

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DAS

PHÄNOMEN DER ERDBEBEN

IN DER SCHWEIZ,

seine Geschichte, seine Äusserungsweise, seinen Zusammenhang mit anderen Phänomenen und mit den petrographischen und geotektonischen Verhältnissen des Bodens, und seine Bedeutung für die Physiologie des Erdorganismus,

von

Dr. G. H. Otto Volger.

ZWEITER THEIL:

Die Geologie von Wallis.

Mit einer lithographirten Tafel.

G o t h a,

J u s t u s P e r t h e s.

1857.

UNTERSUCHUNGEN

von

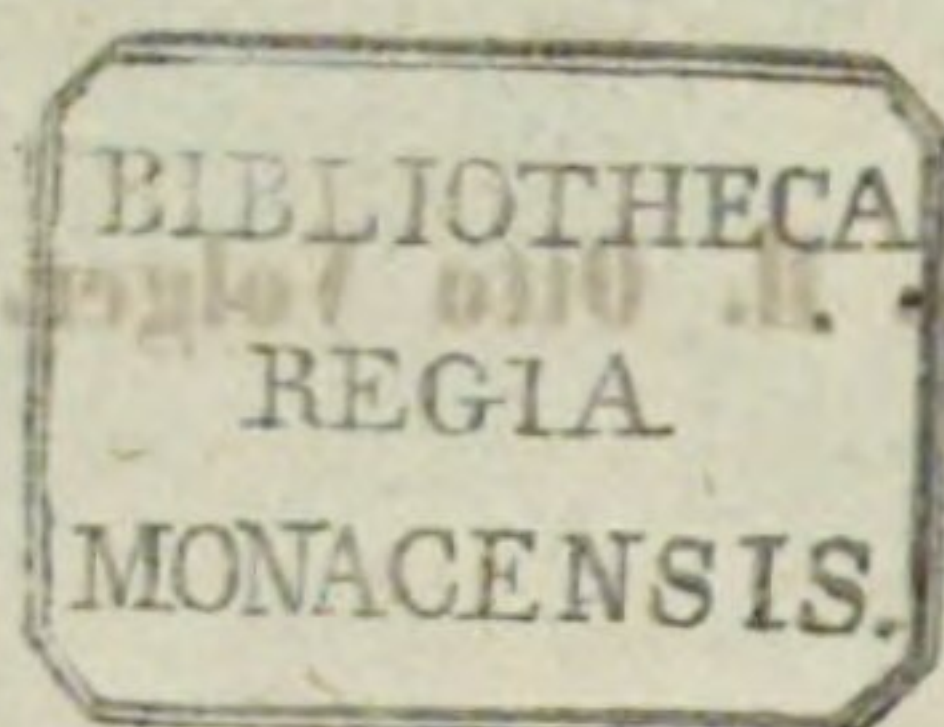
PHÄNOMENEN DER ERDBEEN

VON DR. SCHWENK

Seine Geschichte, seine Ausbreitung, seine Zusammenhänge mit andern Phänomenen und mit den geographischen und geologischen Beobachtungen.

Nihil magis praestandum est, quam ne pecorum ritu sequamur
antecedentium gregem, pergentes, non qua eundum est, sed qua itur.

SENECA.



NOTITIA

Die Geologie von München

von Dr. Schwenk

Gott

Leipzig

1867

Einführung.

DIE GEOLOGIE VON WALLIS.

Der Kanton Wallis

in seinen petrographischen und geotektonischen Verhältnissen

beschrieben und als

habituelles sismisches Stossgebiet

betrachtet.

DIE GEOLOGIE VON WALLIS.

Der Kanton Wallis.

in seinen petrographischen und geotektonischen Verhältnissen

beschrieben und als

habitueller sarmatischer Stossgebiet

betrachtet.

Einleitung.

Die Eigenthümlichkeit gewisser Gegenden, gleichsam habituell in ihrem Schoosse Erdbeben zu erzeugen, war seit Jahrhunderten in der Volksmeinung anerkannt, als ein Ergebniss traditioneller, wenn auch nicht durch geschriebene und systematisch gesammelte Thatsachen getragener Erfahrung. Die in der Chronik der Erdbeben in der Schweiz zusammengestellten Beobachtungen haben bestätigt, dass es gewisse habituelle Stossgebiete giebt, von welchen aus sich Erschütterungen bald in engeren, bald in weiteren Umkreisen verbreiten. Diese Stossgebiete zeichnen sich, allem Anscheine nach, auch dadurch aus, dass sie von Erschütterungen, welche sich, von irgend einer Seite her, bis in ihre Nähe fortpflanzen, oft in auffälligerer Weise in Mitleidenschaft gezogen werden, als andere, dem ursprünglichen Ausgangspunkte der betreffenden Erschütterung näher gelegene Punkte, ja, dass sie, gleichsam angeregt durch solche, aus geringerer oder grösserer Entfernung bis zu ihnen fortgepflanzte Bewegungen, zur Erzeugung eines neuen, mehr oder weniger selbstständig erscheinenden Erdbebens veranlasst werden. Nach diesen, theils vollkommen evidenten, theils in hohem Grade wahrscheinlich gewordenen Ergebnissen ist von der Untersuchung der Natur jener von mir als Stossgebiete bezeichneten Gegenden ein weiterer Aufschluss über die Entstehung und das Wesen des Erdbeben-Phänomens zu hoffen. Diese Hoffnung eröffnet der Wissenschaft eine neue Aussicht; denn bisher war, mit der Beseitigung mancher älteren Hypothesen der Geologie, auch diese Hoffnung völlig aufgegeben und, neueren Hypothesen zu Liebe, dem

sorgfältigeren Studium der Bodenverhältnisse der von Erdbeben betroffenen Gegenden auch der geringste Werth versagt. Da man mit dem allgegenwärtigen Vulkanismus, dessen Wesen man — eben weil man es den beliebten Hypothesen entsprechend gedichtet hatte — sonnenklar zu durchschauen glaubte, und allenfalls noch mit dem ebenso allgegenwärtigen Plutonismus — einer blossen Verkleidung des nämlichen Traumgebildes — das Phänomen der Erdbeben so vollkommen erklärt zu haben glaubte, dass selbst Beobachtungen nur noch in dem Interesse der Nachweisung und Bestätigung des Einklanges mit den Voraussetzungen jener Hypothesen berücksichtigt zu werden pflegten, so gefiel man sich höchstens darin, die Frage zu beantworten, ob der Boden der von Erdbeben erschütterten Gegenden lavenähnliche Gesteine enthalte oder nicht, um sich dann mit dem Worte zu genügen, dass man das betreffende Erdbeben ein „vulkanisches“ oder aber ein „plutonisches“ nannte. Glaubte doch eine der gewichtigsten sismologischen Autoritäten, den Verdacht, als habe ein auf der Höhe der Wissenschaft stehender Geologe, indem er sich im September 1855 in das vom Erdbeben heimgesuchte Vispthal begab, hoffen können, „an Ort und Stelle wichtige Aufschlüsse über die Ursachen der Erdbeben zu erlangen oder die von den Naturforschern mehr oder minder hypothetisch aufgestellten Ansichten über dieselben fester zu begründen“, ausdrücklich von sich ablehnen zu müssen, mit der Versicherung, dass er die Reise nur in der Erwartung unternommen habe, die Wirkungen des Phänomens genauer kennen zu lernen, um aus denselben einige die Wissenschaft erweiternde Folgen zu ziehen. Und doch war das Walliser Gebirge wegen der ausgezeichneten natürlichen Aufgeschlossenheit desselben so sehr, wie nicht leicht eine andere durch Erdbeben verrufene Gegend, zu Studien geeignet, welche zur bestimmteren Beziehung der unheilvollen Eigenschaft auf die Eigenthümlichkeiten der Bodenverhältnisse Anhaltspunkte darbieten konnten.

Indem ich nun beabsichtige, die Bodenverhältnisse von Wallis in diesem Sinne darzustellen, sehe ich mich zu einer weit umfassenderen und einlässlicheren Behandlung gezwungen, als man im Besitze von Bernhard Studer's Geologie

der Schweiz und der geologischen Karte desselben Gebietes wohl erwarten möchte. Weit entfernt, eine nette Skizze mit den einfachsten Linien auf Grund dieser Werke entwerfen zu können, muss ich mich vielmehr begnügen, nur die auf Beobachtungen beruhenden thatsächlichen Angaben des ersteren Werkes zu benutzen und mit den auf Beobachtungen beruhenden thatsächlichen Angaben der Werke anderer Forscher, älterer und neuerer, zu einer gemeinsamen Darstellung zu verweben. Studer's Geologie steht, ihrer ganzen Anlage und Sprache nach, nicht auf dem Boden der alten Werner'schen Erfahrungswissenschaft, sondern auf dem Boden der plutonistischen Hypothese. Ich habe letzteren Boden als einen der Wissenschaft unwürdigen verlassen und bin zu dem ersteren, als einem wohlbegründeten und vor Widersprüchen mit der Methode und den Ergebnissen der exakten Naturforschung sichernden, zurückgekehrt. Dieses ist auch das einzige Verdienst, welches ich in der folgenden Arbeit beanspruche. Die Auffassung und Anschauungsweise der geotektonischen Verhältnisse nebst den Erläuterungen der Gesteinsumbildungen vom Standpunkte der Entwicklungsgeschichte der Mineralien darf ich als mein Eigenthum bezeichnen; die Beobachtungen dagegen habe ich, selbst da, wo ich aus eigener Anschauung an Ort und Stelle dieselben bestätigen und ergänzen konnte, so weit als irgend möglich anderen, von den verschiedensten Gesichtspunkten ausgehenden Forschern zugeschrieben, dem nie veraltenden Horaz Benedikt von Saussure, dem treuen und unschätzbaren, leider von seinen vaterlandsgenössischen Fachkollegen mit der unverzeihlichsten Ungerechtigkeit zurückgestossenen, dann doch benutzten, aber zu Tode geschwiegenen, Hugi, dann Lardy, Studer, dem eifrigsten, aber weniger glücklichen Erforscher des Gebirgsbaues der Schweiz, und vielen Anderen, deren Darstellung der einzelnen Verhältnisse ich grossentheils selbst da unverändert wiederzugeben gesucht habe, wo sie eine nicht ganz dem heutigen Stande der Wissenschaft entsprechende, aber doch jedem einigermaßen mit der Geschichte der Wissenschaft Vertrauten vollkommen verständliche Sprache reden. Ich hoffe auf diese Weise eine Zusammenstellung der vorhandenen Beobachtungen über ein beträchtliches und an höchst wichtigen Aufschlüssen ganz beson-

ders reiches Gebiet der Alpen geliefert zu haben, welche nicht bloß der speziellen Absicht der Erörterung der Verhältnisse, die Wallis als sismisches Stossgebiet qualifiziren, zu dienen geeignet ist, sondern zugleich dem in jenem Alpenlande reisenden Forscher mit Nutzen zur Hand sein und mit Bequemlichkeit dessen eigene ergänzende Beobachtungen aufzunehmen im Stande sein wird.

Von Erörterungen des relativen Alters der verschiedenen Gebirgsschichten auf Grundlage paläontologischer Vergleichen kann in Wallis bis jetzt nur sehr wenig die Rede sein und wird voraussichtlich auch für alle Zeiten nur in beschränktem Masse die Rede sein können. Um so weniger entsteht auch für den Geologen, welcher die folgende Skizze über den Zweck des Verständnisses der sismischen Verhältnisse hinaus zu benutzen wünscht, ein Mangel aus dem Umstande, dass derartige Erörterungen sich mit dem nächsten Zwecke einer auf Untersuchungen über das Phänomen der Erdbeben gerichteten Arbeit nicht wohl vertragen würden. Der Umstand, dass die Bodenschichten der habituellen Stossgebiete, wie dies schon ein Überblick der geologischen Karte zeigt, sehr verschiedenen Altersperioden angehören, beweist von vorn herein, dass die Erdbeben nicht etwa den Schichten irgend einer gewissen Periode ausschliesslich oder irgend vorzugsweise angehören, und dass man also noch nicht einmal so viel Grund zur Aufstellung einer eigenen „Erdbebenformation“ finden könnte, als man zu jenen Zeiten, wo die Geognosie noch auf einen engumgränzten Gesichtskreis beschränkt war, zur Aufstellung einer „Steinkohlenformation, Steinsalzformation“ u. s. w. zu finden glaubte. Es müssen daher die geotektonischen und petrographischen Verhältnisse sein, welche für die Frage nach der Entstehung der Erdbeben vorzüglichere Bedeutung haben, und diese sind es zugleich, welche der Geologie des Wallis überhaupt das vorzüglichste Interesse verleihen.

Allgemeine Grundzüge.

Der eidgenössische Kanton Wallis ist wohl eins der interessantesten unter den wenigen rein von natürlichen Gränzen umschlossenen Gebieten, welche auf den politischen Karten Europa's gefunden werden. Obgleich im Centrum des europäischen Festlandes liegend, hat er doch viele Analogie mit einer Insel; mitten im Gebirgslande und von blühenden, reichen Landschaften umgeben, viele Analogie mit einer Oase. Aber Eismeere und Schneewüsten sind es, die ihn umgeben, und diese gelagert auf breiten Gebirgsdämmen, über welche nur einzelne mehr oder minder beschwerliche und nur einen Theil des Jahres hindurch zugängliche, auch durchweg nur für Fussgänger und Saumrosse praktikable Gebirgspässe führen. Der breite Damm der Berner Alpen, welcher Wallis von der Schweiz trennt, ragt in einer mittleren Erhebung von 3000 Meter über Meeresniveau; der noch breitere Damm der Pönninischen, Grajischen und Lepontischen Alpen, welcher den Kanton von Savoyen und Piemont scheidet, erreicht eine noch um 200 Meter beträchtlichere mittlere Höhe. Diese beiden Dämme verschränken sich am östlichen Ende des Wallis, an der Furka, unmittelbar und setzen überhaupt bis in die Gegend von Grensious ihre Füsse so nahe einander gegenüber, dass nur in geringen Strecken eine schmale Thalsohle zwischen ihnen vorhanden ist. Ebenso begegnen sie sich am westlichen Ende des Kantons, woselbst sich jedoch eine enge Kehle zwischen der Dent-de-Midi und der Dent-de-Morcles öffnet, welche etwa 2660 Meter unter den Gipfel dieser beiden so nahe benachbarten Eckpfeiler in das Gebirge hineingeschnitten ist. Dieser Engpass bildet den einzigen natürlichen Zugang, den einzigen zu jeder Jahreszeit der Kommunikation offenen Ausgang des eigentlichen Wallis, und wenn wenigstens das eine Seitengehänge des von diesem Thore bis zum Genfer-See sich hinziehenden Thales mit einigen Nebenthälchen politisch ein Zubehör des eidgenössischen Kantons Wallis bildet, so erscheint dieses Verhältniss nur als die Befriedigung

des natürlichen Bedürfnisses einer Sicherung des einzigen bedeutenden Verkehrsweges, welcher den Bewohnern des Kantons den nöthigen Zusammenhang mit der übrigen Welt vermittelt.

Durch das bezeichnete Thor am westlichen Ende des Kantons führt der Rhodan alle Gewässer vereinigt aus demselben heraus, welche auf seinem Gebiete entspringen, und so vollkommen abgeschlossen ist dieses Gebiet, dass — mit Ausnahme des einzigen Baches der Doveria (Krummbach), welcher da, wo auf dem niedrigsten Passe über den südlichen Gränzwall, dem Simplon, die politische Gränze die Wasserscheide überschreitet, seinen Ausgang nach Italien nimmt und mit der Toccia zum Lago-maggiore eilt — kein Tropfen des auf das Gebiet von Wallis fallenden Wassers einen anderen Ausgang findet, als diesen, auch von keiner Seite her ein Zufluss über die Gränze herein stattfindet. Fig. 1.

Um die Hauptzüge des orographischen Grundplanes zu vervollständigen, müssen wir hinzufügen, dass der von einer nahezu elliptischen (in der Skizze Fig. 2 punktirten) Gränzlinie umschlossene Theil des eigentlichen Wallis von der Gegend unterhalb Grengiols und Möril in Osten bis zum engen Ausgange bei Martinach (Martigny) und St. Moritz (Saint Maurice) in Westen, also das Gebiet, welches die beiden oben bezeichneten Gränzdämme der Hochgebirge da zwischen sich einschliessen, wo sie am Weitesten sich von einander entfernen, keineswegs ein verhältnissmässig eingesenktes Thalbecken darstellt, sondern von einer Anzahl breiter und mächtiger Gebirgsketten durchzogen ist, welche von dem südlichen piemontesischen Gränzwalle unmittelbar, und an Höhe mit demselben wetteifernd, zu dem nördlichen bernerischen Gränzwalle in nahezu meridianer Richtung hinüberlaufen. Sie erreichen den letzteren jedoch nicht, sondern sind sämmtlich hart am Fusse desselben schroff abgeschnitten durch eine Thalfurche, welche der ganzen Länge nach diesem Fusse folgt — der Furche des Rhodan-Thales — und gegen welche die zwischen diesen einzelnen Meridianketten eingegrabenen, mehr oder weniger schluchtartigen Thäler der Reihe nach ausmünden.

Diese Grundzüge des Relief, welches gegenwärtig die

Oberfläche von Wallis darbietet, sind weit entfernt, übereinzustimmen mit den geotektonischen Verhältnissen (Fig. 2). In den ganzen Berner Alpen herrscht zwar ziemlich das nämliche Hauptstreichen der Gebirgsschichten; dagegen wechselt das Fallen so sehr, dass es von der Furka bis unter Deisch (wenig oberhalb Grengiols) mehr oder minder steil in den Berg gerichtet, weiter abwärts aber, von Möril bis Martinach mit dem Bergabhange konform ist. In dem langgestreckten und auch in der Richtung seines Haupthöhenzuges sehr variirenden südlichen Gränzgebirge folgt auch das Streichen der Schichten sehr verschiedenen Stunden; von der Furka bis zum Monte Leone über dem Simplon-Passe hält es sich dem der Berner Alpen parallel; am Simplon, von Brieg bis in die Gegend des Monte Rosa herrscht dagegen theilweise ein meridianes oder diesem angenähertes, durchschnittlich ein nordnordöstliches Streichen; dann vom Rosa bis zum Col-de-Collon, ja auch noch bis zum Mont-Combin läuft die, von untergeordneten Variationen vielfach unterbrochene, Streichungslinie fast von Ost gen West; aber schon auf dem Passe des Grossen St. Bernhard streichen die Schichten von Nordost gen Südwest, und noch stärker tritt diese Richtung in der Kette des Montblanc hervor, welche sich bis Martinach fortsetzt und hier, nur durch das Rhodan-Thal unterbrochen, unmittelbar in der Kette der Berner Alpen fortgesetzt zu sein scheint, deren westlichster Theil dem nämlichen Streichen folgt. Während nun die angedeuteten Wechsel des Streichens der Gesteinschichten im Allgemeinen dem Wechsel der Richtung des Haupthöhenzuges entsprechen, so findet dagegen in den oben erwähnten Meridianketten, welche den breiteren Theil des Wallis durchziehen, eine ähnliche Korrespondenz nicht statt, sondern nur in der östlichsten und in den beiden westlichsten dieser Ketten folgt der Haupthöhenzug und das Streichen der Schichten wenigstens angenähert der gleichen Direktion, während dagegen in den mittleren die Streichungslinie der Kette von der Streichungslinie der Schichten unter einem beträchtlichen, theilweise rechten Winkel gekreuzt erscheint. Von den mannigfaltigen, obgleich gewissen einfachen Hauptgesetzen folgenden Richtungen des Schichtenfallens, welche in dem süd-

lichen Gränzwalle und in den Meridianketten auftreten, in einer allgemeinen Vorzeichnung zu reden, würde nicht zweckmässig sein; dieselben werden nur in ihren spezielleren Beziehungen verständlich und dann auch leicht auffassbar sein. Die Skizze Fig. 2 bietet eine Übersicht der aus den zahlreichen untergeordneten Abweichungen immerhin mit genügender Deutlichkeit hervortretenden Hauptverhältnisse dar.

Nach diesen geotektonischen Hauptverhältnissen gliedert sich der Kanton Wallis in drei sehr bestimmte Abtheilungen: in das **Thal von Gombs** oder **Oberwallis***), ein rein ausgebildetes antiklinales Längenthal; in das breite, von vielen Thälern durchfurchte Gebirgsland von **Mittelwallis**, eine allseitig abgeschlossene Schichtenmulde mit mannigfach zerrissenem Rande; in das Ausgangsthal gegen den Genfer-See, das Thal von **Unterwallis****), ein vollkommenes Quertal. Dieses letztere wird, als ein besonderes sismisches Stossgebiet für sich, und wegen des sehr abweichenden petrographischen Charakters seiner Gebirgsschichten, in dem folgenden Gemälde unberücksichtigt bleiben.

In geognostischer Beziehung finden wir uns bei der Betrachtung des Walliser Bodens bis jetzt einzig auf petrographische Untersuchungen angewiesen; das wichtige Hülfsmittel paläontologischer Forschung verlässt uns theils schon in beträchtlicher Entfernung von den natürlichen Gränzen dieses Gebietes, theils unmittelbar an den Thoren desselben. Die nicht näher bestimmbaren Belemnitenreste des Nufenen-Passes und in der Umgebung des Torrenthornes und Grosshornes zwischen dem Dala-Thale bei Leuk und dem Lötsch-Thale, die der Oxfordischen Jura-Bildung angehörigen Ammoniten und Belemniten von Chamoson, sowie die unmittelbar aus der Tarentaise herein verfolgbaren anthrazitführenden Bildungen, deren pflanzliche Überreste bis jetzt einer Unterscheidung von

*) u. **) Politisch wird Wallis eingetheilt in Oberwallis, von der Furka bis zur Schlucht der Morse (Morge), und Unterwallis, von der Morse-Schlucht bis zum See, wobei übrigens unterhalb der Dent de Morcles das rechte Ufer des Rhodan dem Kanton Waat angehört. Diese Eintheilung ist keine natürliche, daher auch nie dauernd anerkannte.

charakteristischen Spezien der paläozoischen „Steinkohlenformation“ keine Anhaltspunkte darboten, während dieselben doch in der Tarentaise mit belemnitenführenden Schichten in untrennbarer Wechsellagerung stehen und mit denselben offenbar der Bildung einer gemeinsamen Periode, einer und derselben „Formation“ angehören, und während auch in Wallis selber eine Trennung der anthrazitführenden Schichten von den belemnitenführenden von Martinach bis zum Nufenen hin nirgend eine nachweisbare Begründung oder auch nur vermuthliche Unterstützung findet, endlich das ganz verlorene Vorkommen von Terebrateln der Kreideformation ganz in der Nähe des Monte-Rosa — das waren, statt aufklärender Fingerzeige, bis jetzt vielmehr jeder Auflösung spottende Räthsel, welche der paläontologische Geognost in Wallis antrifft. Dazu kommt nun der Mangel auch jedes genügenden Anhaltspunktes für rein petrographische Vergleichen, indem alle Gesteine, sowie man dem Wallis sich nähert, theils schon in grösserer Entfernung, theils aber erst gleichsam auf der Gränzlinie, ihren Charakter ändern, und zwar vollständig ändern, so dass der Wanderer, mit seinen Augen immerfort der unmittelbaren Fortsetzung einer geognostisch und petrographisch wohlbekannten Schichtenreihe folgend, sich gleichwohl endlich neben einem Gesteine sieht, in welchem er nicht im Stande ist, auch nur ein Merkmal des früheren Charakters wieder zu erkennen. Und wie es von den Gränzen herein der Beobachtung sich darbietet, so wiederholt sich dasselbe merkwürdige Verhältniss auch im Innern. Der mannigfaltigste Wechsel und „Übergang“ der Gesteine, sowohl im Verlaufe des Streichens einer und derselben Schichtenreihe, als auch vom Liegenden zum Hangenden aufwärts; kaum dass einige grosse, allgemeine Züge sich festhalten lassen! Hier musste die frühere Geologie an allen ihren Regeln irre werden, hier fanden die verschiedenen Beobachter, je nach ihrer Disposition zur Bevorzugung des einen oder des anderen Kriteriums, Urgebirge, Übergangsgebirge, Steinkohlengebirge, Trias und Jura, ja den vieldeutigen Flysch, dann plutonische Eruptivgesteine und ihren gespenstischen Begleiter, das antiwissenschaftliche Produkt einer präpotenten Wissenschaft, den plu-

tonischen Metamorphismus. Auch in Beziehung auf die Geotektonik machten sich, je nach derartigen theoretischen Dispositionen, sehr verschiedene Auffassungen geltend. Sausure fand die regelmässigste Flötlagerung und studirte in derselben die Beweise geschehener Hebungen und Senkungen der Schichten; man blieb bei dieser einfachen verständlichen Betrachtungsweise, bis die Theorie des Plutonismus sich eindrängte. Studer konzentriert seine Blicke auf eine Anzahl krystallinischer „Zentralmassivs“, die eben nur der eingefasste Blick des Theoretikers zu finden und zu umgränzen vermag, und lässt das geotektonische Alpengespenst der „Fächerstruktur“ heraufsteigen, dessen Wahrnehmung eben nur plutonistischen Sonntagskindern der Geologie gelingen kann und welches als ein wahrer Alp die alpinische Geologie platt auf dem Bauche niederhält, bis der böse Traum vorüber sein wird. Kehren wir vor allen Dingen zu einer unbefangenen, rein der Erfahrung folgenden Anschauungsweise zurück, so werden uns viele Räthsel verschwinden; versuchen wir vollends mit Hülfe sorgfältiger mineralogischer Forschung den Gesteinsmetamorphismus mit rationeller Empirie zu entziffern, so gelingt es, die Gespenster zu bannen und aus dem Marterkämmerlein des Aberglaubens in die freie, ich möchte sagen natürliche, Natur zu gelangen. So komplizirt, ja zusammengefaltet im eigentlichsten Sinne des Wortes, die Lagerungsverhältnisse am äusseren Rande der Alpen sich darstellen, so einfach und offen erscheinen sie im Hochgebirge selbst und in dem ganzen Gebiete von Wallis insbesondere. Nur muss man hier sich entschliessen, eine Schicht für eine Schicht gelten zu lassen, bestehe dieselbe nun aus Kalk oder aus Quarz, oder Feldspath oder aus Glimmern u. s. w., oder aus Gemengen von diesen, für den Kalk substituirten Mineralsubstanzen und ihren mannigfaltigen Umwandlungsprodukten und Begleitern.

I. Oberwallis

oder das Thal von Gombs, nebst dem Urseren - Thale.

An der Furka, woselbst ein Pass in 2410 Meter (ü. M.) den Übergang über die natürliche Gränze des Wallis an seinem östlichsten Punkte gestattet, findet in ganz entsprechender Weise auch ein Übergang der geotektonischen und geognostischen Verhältnisse statt. Einzig die Abdachung der Thalsole, hier der Reuss-Zuflüsse gegen Nordost, dort des Rhodan gegen Südwest, gestattet eine Trennung des Urseren-Thales vom Gombs-Thale, und diese wird in der That nicht durch eine wesentliche Veränderung der geotektonischen Verhältnisse, sondern nur durch ein Extrem derselben bedingt, während vollends die geognostischen Verhältnisse völlig unverändert über diese Gränze sich fortsetzen. Der Betzberg, welcher vielgipflig die nördliche Thalwand von Urseren bildet, und der eigentliche St. Gotthards-Rücken, welcher als südliche Thalwand ihm gegenübersteht, treten, je mehr man von Urseren-Andermatt, dem Wasserlaufe entgegen, den Reussen gegen Westen aufwärts folgt, immer unmittelbarer mit ihren Füßen gegen einander und verschränken dieselben so, dass kaum in einer hin und her irrenden Thalrinne eine Gränzlinie zwischen beiden bleibt. Ebenso, wenn man im Gombs-Thale gegen Osten aufwärts wandert, verliert man sich, von Oberwald dem Rhodan-Laufe entgegen zum Rhodan-Gletscher ansteigend, in einer ähnlichen Enge zwischen den immer höher sich in einander drängenden Vorsprüngen der beiderseitigen Gehänge, bis hinauf zum Furka-Passe selber, dem extremsten Zusammendrängungspunkte. Es überschreitet dieser Pass durchaus

kein Querjoch, sondern nur den höchsten Punkt der Thalsole des einen, gemeinsamen Längenthales von Urseren und Gombs.

Dieses Längenthal ist ein antiklinales. Am nordwestlichen Gehänge aufsteigend findet man überall, in regelmässiger Lagerung über einander folgend, die Köpfe nordwestwärts einschiessender Schichten; ebenso am südöstlichen Gehänge die Köpfe südostwärts fallender Schichten. So vom Urner-Loch bis zur Schieferhalde von Deisch und vom Eingange in das Thal der Unteralp bis zur Mehlfloh bei Grensols.

Sieht man auf irgend einer Streichungslinie regelmässig gelagerte Schichten mit einer grösseren oder geringeren Neigung in gleichbleibender Richtung einschiessen, so fragt man, nach den gesichertsten Erfahrungsgrundsätzen der Geotektonik, nach dem, was der Flötzbergmann den Gegenflügel der Mulde nennt, nach der Gegend, in welcher die hier sich in das Gebirge versenkenden Schichten wieder zu Tage hervorstiegen. Was das nordwestliche Gehänge des in Rede stehenden Längenthales betrifft, so verfolgt man diesen Gegenflügel leicht durch die Urner- und Haslithaler-Alpen; denn überall, von Erstfeld aufsteigend bis Göschenen und vom Mayen- und Gadmener-Thale aufwärts gegen das unzugängliche Gebirge, wie von Hasli-im-Grund hinauf zur Grimsel, und in dem Hochgebirge weiter westlich bis zur Jungfrau, findet man alle Schichten, in vollkommenem Kontraste gegen die des nordwestlichen Gehänges von Urseren und Gombs, gegen Südosten geneigt und in das Gebirge versenkt. Dieses ganze Gebirge bildet also eine wohl charakterisirte Mulde, welcher kaum eine passendere Benennung zu geben wäre, als nach dem Grimsel-Passe, welcher sie überschreitet und ein treffliches Querprofil derselben gewährt; so bezeichne ich sie also als **Grimsel-Mulde**. Die Fortsetzung dieser, von der Schöllenen-Schlucht der Reuss durchbrochenen Mulde verfolgt man gegen Nordosten durch das Madraner-Thal bis gegen den Tödi, gegen Südwesten erreicht sie in der Gegend der Jungfrau und des Grosshorns ihr Ende. Die beiden Längenflügel derselben schiessen so steil ein und sind dabei so eng zusammengepresst,

dass die innersten Schichten, unmittelbar aneinander gelegt, in einem beträchtlichen Theile des Profils fast vertikal stehend sich darstellen. Das ist nun eben die reale Grundlage von Studer's idealer „Fächerstruktur“, welche derselbe herleitete von einer plutonischen Eruption der mittleren Massen, einer Ausbreitung und Überlehnung der „Eruptivgesteine“ über die „durchbrochenen“ und einer Ausbildung fächerförmiger Schieferung senkrecht auf die Richtung des Druckes, welcher, „von der Mitte aus abwärts wirkend“, diese Struktur hervorgerufen haben sollte ¹⁾. Es ist klar, dass bei einer Faltung des Terrains, wenn die widerstandsfähigeren Straten die oberen waren, der innere Theil der Mulden — ich möchte sagen die „Loben“ des Profils — im entgegengesetzten Falle aber die sich begegnenden Ränder der benachbarten Mulden — also die „Sättel“ des Profils — der Zerstörung durch Erosion vorzugsweise Trotz bieten müssen. Wo daher auf mehr oder minder schiefrigen, kalkigen, mergeligen und thonigen Gesteinen mehr oder minder massige Gneusse, Granite und andere krystallinische Silikatgemenge lagerten, da mussten die Kämme des Gebirges dem Innern der Mulden, den Loben, entsprechen, die Längenthäler dagegen den Sätteln zwischen den Mulden. Eine so einfache Betrachtung war freilich nicht möglich, so lange man Gneuss und Granit für plutonische Eruptivmassen hielt, oder so lange man ihnen, als „Urbirgsmassen“, theoretisch ihre normale und ursprüngliche Lagerung unterhalb der „sedimentären“ Schichten anwies.

Das südöstliche Gehänge des Längenthales von Urseren und Goms ist ebenso, wie das nordwestliche, der Längsrand einer ganz analog sich verhaltenden Mulde. Dem südöstlichen Fallen der an diesem Gehänge ihre Köpfe zeigenden Schichten entspricht, kontrastirend, das nordwestwärts gerichtete Fallen der Schichten im Val-Canaria und Val-Bedretto, im Formazza-, sowie im Devera- und Bondola-Thale. Diese Mulde wird vom St. Gotthards-Passe überschritten und möge deshalb den Namen der **St. Gotthards-Mulde** führen. Sie stellt in dem eigentlichen St. Gotthards-Rücken und

¹⁾ Studer: Geologie der Schweiz, I, p. 172.

Volger, Erdbeben. II.

in dessen Fortsetzung bis zum Nufenen-Passe einen einfachen Wall und wiederum die, hier zuerst beachtete, „Fächerstruktur“ in einer ausgezeichneten Vollkommenheit dar. Aber weiter gegen Westen breitet der vermeintliche Fächer mehr und mehr sich aus, öffnet seine Mulde und trägt nun in seinem Falze mehr oder weniger zusammengeschobene, daher selber zusammengefaltete und in ihrer Fallrichtung vielfach wechselnde, gleichsam selber kleinere Fächer darstellende, theilweise aber auch flach geneigte, selbst wagerecht gelagerte Schichten, um sich endlich vom Monte Leone westwärts am Simplon zu der grossen Mulde von Mittelwaldis zu erweitern.

Die Gesteine der Gebirgsstücke, von welchen die obige Darstellung ein allgemeines Bild zu geben sich bemüht — welches sich zu den vorhandenen Spezialbeobachtungen der Lagerungsverhältnisse an allen bisher untersuchten einzelnen Punkten ungefähr so verhält, wie eine Mittelzahl aus den einzelnen Beobachtungswerthen bei numerischen Verhältnissen — besitzen sämmtlich in mehr oder minder ausgezeichnetem Grade den Charakter der Stratifikation; ja, eine dünnschichtige, schieferige Stratifikation herrscht sogar beträchtlich vor und ist nur untergeordnet von mächtigen Bänken oder fast massigen, stockartigen Lagern unterbrochen, welche an sich kaum Spuren einer regulären Stratifikation verrathen würden, wenn sie nicht zwischen regelmässigen Straten in einer offenbar regelmässigen Weise eingelagert erschienen und theilweise, wie die Granite der Grimsel bei der Handeck zu beiden Seiten der Aare und wie die Dolomite des Binnen-Thals, in ihrem Streichen ein blos stellenweises Verschwinden der an anderen Stellen sehr deutlichen Schichtung nachweisen liessen. Das Verschwinden der Schichtung im Dolomite und Gypse und die mannigfache Störung der regelmässigen Schichtenstellung in der Nähe dieser Massen sind Erscheinungen, an welche der Geologe, nicht blos in den Alpen, sondern überall, so sehr gewöhnt ist, dass wenigstens heutigen Tages nicht leicht hypothetische Annahmen ganz abnormer Bedingungen sich an solche Beobachtungen knüpfen. Wenn sich in Beziehung auf die Granite und andere Silikatgemenge noch nicht das Gleiche sagen lässt, so beruht

dies auf der geringeren Allgemeinheit, mit welcher naturgemässe Ansichten über die Entstehung dieser Gebirgsarten bis jetzt Eingang und Verbreitung gefunden haben. Die Stratifikation ist, und es genügt zunächst, dieses festzuhalten, eine so allgemeine Eigenschaft aller Gesteine, welche die oben besprochenen Gebirgspartien zu beiden Seiten des Tha-les von G o m b s und U r s e r e n zusammensetzen, dass zur Anwendung der für die stratifizirten Gebirge aus den Beobachtungen aller untersuchten Länder abgeleiteten Hauptgesetze die vollste Berechtigung vorliegt und eine Aufstellung von rein der Phantasie entnommenen Hypothesen völlig überflüssig und folglich unzulässig erscheint. Nur nothwendige Hypothesen haben in der Wissenschaft eine Berechtigung!

Die Beschaffenheiten der einzelnen Gesteine, das mineralogische Material, aus welchem sie bestehen, ist für die obigen Betrachtungen durchaus gleichgültig. Ob dieses Material, so wie es jetzt die Straten der Gesteine darstellt, als Sedi-ment abgelagert sein kann, oder nicht, diese Frage gehört einem ganz anderen Kreise von Untersuchungen an. In einer noch sehr wenig fern hinter uns liegenden Zeit, als man die „unorganische“ Natur für eine, im Gegensatz zu der in ewigem Stoffwechsel begriffenen organischen, blos mecha-nisch bewegte, höchstens zum Behuf der Zerstörung dem Chemismus unterworfen hielt, als man noch befangen war in der engherzigen Ansicht, dass alle Gesteine, wie sie in der kurzen Spanne Zeit, welche unser Leben und unsere Wissen-schaft umfasst, im Grossen und Allgemeinen wenigstens für die oberflächliche Betrachtung stabil und unverändert bleiben, so auch von ihrer ersten und ursprünglichen Bildung her sub-stanziell unverändert geblieben, dass sie folglich ursprüng-lich so, wie sie jetzt dastehen im Gebirge, gebildet seien — zu jener Zeit konnte selbst die Bedeutung der Schichtung in Zweifel gezogen werden, wenn die Substanz des geschich-teten Gesteins sich mit der Annahme einer sedimentären Bildung nicht zu vertragen schien. Einen Saussure freilich beirrten derartige Räthsel nicht. Auch ihm zwar war die se-dimentäre Bildung von Silikatgemengen, wie Granit und Gneuss u. s. w., ein chemisches Räthsel; allein er aner-kannte es und hielt unterdessen fest an dem Resultate der ge-

sichertsten Beobachtung, an der Bedeutung der Stratifikation und eilte nicht, wie leider so viele spätere Geologen, unhaltbare und, statt fasslicher Begriffe, ein leeres Wort bietende Hypothesen aufzustellen, durch welche die chemischen Räthsel nicht gelöst, nur unterdrückt wurden, zugleich aber der Wissenschaft ein Stück festen Bodens verloren ging, indem die Bedeutung der Schichtung in Zweifel gezogen werden musste. Heutigen Tages wissen wir die aus der Substanz der geschichteten Gesteine gegen die Bedeutung der Schichtung erhobenen Bedenken zu beseitigen. Unter Beibehaltung der Schichtung erleiden die Substanzen der Schichten fortwährende Veränderungen, in Folge deren die ganze Masse der Schichten, sei es theilweise, sei es bis zum Verschwinden der letzten Spur der ursprünglichen Substanz, in Folge chemischer Prozesse aus immer neuen Substanzen besteht. Diese neuen Substanzen folgen einander in einer bestimmten Sukzession, entsprechend dem grossen Kreislaufe des Stoffwechsels, welcher auch in der unorganischen Natur gesetzmässig verläuft und die Dauer des Ganzen durch ewige Neubildung unter ewiger Zerstörung sichert. Durch das in neuerer Zeit so umfassend gewordene und weit über die Kuriositäten der „Afterkrystalle“ hinaus gewachsene Studium der Pseudomorphosen und Metasomatosen im Mineralreiche wissen wir, dass eine chemische Substanz in der Natur unter Erhaltung der früheren Form — sei diese eine dem Wesen der Substanz zugehörige, wie die Krystallform, oder ein Überrest eines Organismus, oder irgend eine andere von mechanischen Einwirkungen herrührende — einer chemischen Umänderung in eine andere Substanz oder in ein Gemenge mehrerer, sukzessiv entstandener Substanzen, oft sehr heterogener Mineralien, unterliegen und so ganz neuen Materialien Platz machen kann. Damit fällt jeder von der Beschaffenheit des Materials der Gesteine entlehnte Widerspruch gegen die Bedeutung der Stratifikation von vorn herein völlig weg. Die Schicht, welche jetzt als Granit vor uns liegt, kann als Kalk, ja, um ein recht frappantes Beispiel zu wählen, als Torfschicht sedimentär gebildet sein; jetzt besteht sie aus Quarz, Glimmer und Feldspath; aber wir wissen, wie an die Stelle von Torf

Kalk, wie an die Stelle von Kalk unmittelbar oder mittelbar andere Mineralien treten. Die Schicht bleibt immer die Schicht — wie der Wasserfall stets seine Form behält. Es ist das Gebiet der Entwicklungsgeschichte der Mineralien, welches wir hier berühren und welches vollends zu betreten hier nicht unsere Absicht sein kann.

Es genügt hier, die Bedeutung der Schichtung aufrecht zu erhalten, um die Lagerungsverhältnisse der Gebirge, mit welchen wir uns zu beschäftigen haben, würdigen zu können. Die folgenden Beobachtungsdata mögen als Belege für das oben gelieferte Bild der Lagerungsverhältnisse dienen. Es sind Einzelheiten; die Zusammengehörigkeit der Einzelheiten der verschiedenen und, wie es die Natur verstatet, immer nur fragmentarisch speziell beobachteten Durchschnitte und ihre Verwebung zu einem grossen gemeinsamen Bilde wird freilich nur durch einen Überblick über das Gebirge im Ganzen erkannt werden können, und einen solchen gewährt natürlich nur die Durchreise des Gebietes selbst. Ich habe daher gesucht, in dem voraufgesandten allgemeinen Bilde die Auffassung zu geben, welche ich auf solche Weise unmittelbar gewonnen habe, und die folgenden Einzelheiten, welche fast durchweg den Angaben anderer Beobachter folgen und deren Beobachtungen, aber mit Abstreifung theoretischen Gewandes, zur Grundlage nehmen, werden hier zum Beweise dienen, dass jene meine Auffassung mit allen Beobachtungen im Einklange ist.

A. Die Grimsel-Mulde.

Lardy²⁾ beobachtete bereits das Streichen eines Lagers von Kalkschiefer am Fusse des Betzberges, d. h. der das Urseren-Thal in seiner ganzen Länge nördlich begränzenden Gebirgswand. Dieser Kalkschiefer, schwärzlich-grau oder bläulich, von mehr oder weniger dunkler Färbung, mit kleinen Spathkörnchen, aber der Dichtigkeit genähert, ist gerade am Fusse des Betzberges, nordwestlich von Urseren-Andermatt, sehr ausgezeichnet dünnschiefbrig und, wie

²⁾ Denkschriften der schweizerischen Naturf. Gesellschaft. Bd. I, 2. 1833. p. 239 — 241.

die meisten geschieferten Gesteine des ganzen Gotthards Gebirges, auf den Schieferungsflächen mit Talkglimmerblättchen bedeckt, häufig auch mit einem dünnen, schwarschreibenden, graphitischen oder anthrazitischen Überzuge bekleidet. Die Klüfte und Hohlräume des Gesteins sind ebenfalls mit Talkglimmer befüllt, welcher hier in Gruppierungen zusammengehäuft erscheint. Diese Klüfte enthalten an dem in Rede stehenden Orte keinen Kalkspath, sondern sind leer. Das ganze Gestein giebt beim Anschlagen einen starken „Schwefelwasserstoffgeruch“; ob jedoch wirklich dieses Gas die Bedingung des Geruches ist, mag bis zu wirklicher Nachweisung durch chemische Versuche fraglich bleiben. Der Kalkschiefer wechsellagert mannigfach mit Glimmerschiefer. Man verfolgt ihn überall in der Streichungslinie bis zur Furka, woselbst er dermassen mit dem thonschieferähnlichen Glimmerschiefer verknüpft ist, welchen Lardy als „Urthonschiefer“ bezeichnete, dass man wohl Achtung geben muss, um der Unterscheidung beider Gesteine sicher zu sein. Von der Furka absteigend in das Walliser Thal beobachtet man ihn unmittelbar an dem Pfade. Im Gombs-Thale begegnet man ihm, immer auf der nämlichen Hauptstreichungslinie, bei Obergestelen von Neuem. Lardy betrachtete dieses Gestein als eins der Kalklager, welche dem „Glimmerschiefer-Gebirge“ des St. Gotthards „untergeordnet“ seien.

Die Lagerungsverhältnisse dieses Kalkschiefers wurden von Hugi vollständiger beobachtet³⁾. Dem ganzen Betzberge entlang findet sich in mehr als zweistündiger Erstreckung am Fusse desselben als tiefstes aufgeschlossenes Lager dieses Gebilde, welches, nach Hugi's Ansicht, „schon von Weitem her unter allen Verhältnissen als Lias mit Schiefer und Mergel sich ankündigt“. Es zeigt seine erste Spur schon in der Gegend von Urseren-Andermatt, wo es ganz unter Gneuss sich birgt. Bei Hospital (Hospenthal) beginnt es mächtig aufzutreten und zieht ununterbrochen westlich sich fort bis hinter Realp und spurenweise noch beträchtlich weiter westwärts, wo es unter ewige Firne sich birgt. Viele

³⁾ Alpenreise, p. 251—253.

Runsen, welche von dem steilen Gehänge des Betzberges herabkommen, gestatten die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse, besonders ausgezeichnet bei Zum-Dorf und Realp. Ob der Thalfläche erscheint zuerst ein „eigentlicher Liasmergel, von jenem des Jura nicht verschieden“. Nach oben beginnt er bald sich zu schiefern; der Schiefer ist „der gewöhnliche Liasschiefer, wie wir ihn am Jura sehen“. Bald aber beginnen zwischen den Schieferflächen einzelne Glimmertheilchen sich einzustreuen und das Gebilde wird dem Schiefer am Nufenen-Passe gleich, von welchem später die Rede sein wird. Wie nach oben der Glimmer wieder verschwindet, wird mehr und mehr der Kalk vorherrschend, und bald haben wir, über den Schiefer gelagert, den „schönsten, reinsten Liaskalk noch mit dem charakteristischen Thongeruche“. Es finden sich in diesem Kalksteine nach Hugi's Versicherung Spuren von Petrefakten, „welche mit denen des gleichen Kalkes an der Jungfrau und im Jura identisch zu sein scheinen“, unter andern Terebrateln und Ostreen. Unmittelbar Schicht auf Schicht gelegt, breitet sich über dem „Liaskalke“ ein schöner Glimmerschiefer aus, der bald in Gneuss sich umwandelt. Dieser letztere tritt unter mannigfachen Verhältnissen auf und nähert sich nach oben in seiner Beschaffenheit ganz dem Granite. Die Formen runden sich ab, die Schichtung verliert sich und der „Halbgranit“ zackt zu Grathen und Hörnern sich auf. — Diese Darstellung hängt innig zusammen mit Hugi's Ansicht, dass die gerundeten, bauchigen Formen, welche bei gneuss- und granitartigen Gesteinen in den Alpen so häufig sich zeigen, ursprüngliche und charakteristische Eigenthümlichkeiten des Granites seien, den er daran erkennen zu dürfen meinte, während er dasselbe Gestein, wo es Spuren von Schichtung und aufgezackte Formen zeigt, als Halbgranit bezeichnet. Bekanntlich sind es aber ganz die nämlichen Gesteine, welche im Bereiche ehemaliger Gletschereinwirkungen diese gerundeten, bauchigen Formen, oberhalb derselben aber zackige Kämme und in Folge der Einwirkung der Atmosphärien Spuren offener Schichtungsclüfte zeigen. — Oft steigt der Gneuss, geschichtet, in senkrechten Flügen zu ausserordentlicher Höhe, wie nördlich von Hospital; oft aber findet man ihn tiefer. Überhaupt herrscht

schon in der mittleren Höhe des Betzberges das Bild ausserordentlicher Wechslung und Zerstörung.

Oberhalb Realp ist der „Liasmergel“ nur gering, der „Liaskalk“ um so mächtiger und zugleich sehr schön krystallinisch-körnig, oft auffallend dem „Muschelkalke“ ähnlich. Hugi's Vergleiche bei der Beschreibung der Gesteine beziehen sich stets auf die Beschaffenheit der geognostisch bestimmten Gesteine des Jura. Wir werden uns überzeugen, dass er oft einen richtigen Blick bewährte; indessen sind seine geognostischen Bezeichnungen der Gesteine zunächst durchaus nur auf petrographische Ähnlichkeiten zu beziehen.

Glimmerschiefer, Gneuss und gneussartiger Granit — Saussure's „granit veiné“ — herrschen in dem ganzen Gebirge vom Betzberge nördlich mehrere Stunden weit. Man findet diese Gesteine überall in dem Thaleinschnitte der Reuss abwärts bis Erstfeld, und ebenso in den von diesem Thaleinschnitte westwärts aufsteigenden Seitenthälern, welche dem Urseren-Thale parallel sind, in der Göschenen-Alp, im Mayen-Thale und hier über den Susten-Pass in's Gaden-Thal, ebenso im Erstfelder-Thale hinauf zum Schlossberg-Gletscher. Die Gesteine, welche meistens kurzweg als Glimmerschiefer, Gneuss und Granit bezeichnet werden, bieten freilich der genaueren Untersuchung eine grosse Mannigfaltigkeit dar. Sehr häufig tritt Kalk als ein Hauptbestandtheil derselben auf, ja, er bildet nicht selten die Grundmasse der, an verschiedenen Glimmern, an Quarz und an Feldspath oder an allen diesen Mineralien zugleich mehr oder weniger reichen Schichten. Stellenweise treten auch, wie besonders auf dem Susten-Passe und, in dessen Nähe, im Kalk-Thale, wo Hugi⁴⁾ das Gegenstück der Verhältnisse des Betzberges erkannte, unverkennbare Kalkstein-Lager auf, deren plötzliches Erscheinen mitten in den krystallinen Silikat-Felsarten vielleicht weniger überrascht haben würde, wenn man die genetischen Verhältnisse der letzteren richtiger zu würdigen gewusst hätte. Wie die Kalklager im Grossen, so findet man mitten in dem ausgebildetsten gneuss- oder granitartigen Feld-

⁴⁾ Alpenreise, p. 256.

spath- und Quarz-Gesteine im kleinen und im kleinsten Massstabe Kalksteinpartieen, als Kerne, Überreste des früheren Materials dieser Gesteinsschichten, eingeschlossen und oft schon wimmelnd von schmarotzerisch darin angesiedelten Quarz- oder Feldspath-Körnchen. Der Kalk selbst hat meistens nicht mehr den Charakter eines „Sedimentes“, sondern ist feiner oder gröber späthig. Dagegen in den grossen Kalkmassen verbürgt die erhaltene Schichtung, mitunter wahre Schieferung, die sedimentäre Bildung so entschieden, dass von keinem Beobachter an derselben gezweifelt werden konnte. Um alle Zweifel zu heben, erscheinen in einem schmalen Streifen von „weniger metamorphosirtem Schiefergebirge“, welcher zu beiden Seiten des Mayen-Thales zwischen Gneuss eingeschlossen sich zeigt, in dunkelgrauem Kalkschiefer die deutlichsten Belemniten. Manche derselben sind wohlerhalten; andere dagegen zeigen jene merkwürdige Zerreissung in Fragmente, deren Bedeutung bisher viel zu wenig gewerthet worden ist. Solche Belemniten sind in eine mehr oder minder grosse Zahl von Stücken zertheilt, und diese Stücke erscheinen gleichsam auseinander gezerrt und die zwischen ihnen entstandenen zylindrischen Räume sind mit körnigem Kalkspathe ausgefüllt, häufig von ungefähr gleicher Dicke, wie der Belemnit. So sind lange körnige Kalkspathstäbe entstanden, welche durch kleine Fragmente von Belemniten, mit wohlerhaltener organischer Textur und in entsprechender Lage, gleichsam in Glieder getheilt sind. Ein Belemnit, von 2 bis 3 Zoll Länge, ist so einen Fuss lang oder noch länger geworden. Bisweilen sind die Zwischenräume zwischen den Belemniten-Fragmenten nicht zylindrisch geblieben, sondern verdrückt; in diesem Falle findet man im Gesteine nur eine Reihe von Knoten, perlschnurartig gereiht, aber oft sehr gesperrt, und in jedem Knoten liegt ein Stück des zerrissenen Belemniten. So fand ich sie, oft kaum mehr entzifferbar, auch in dem dickschichtigen, unter dem Hammer aber fein zerschiefernden dunkelgrauen Kalksteine am Fusse der Windgelle in den sogenannten Spitzen bei der Klus gegenüber Erstfeld (Uri). Dieser Zustand der Belemniten beweist, dass eine sehr beträchtliche Ausdehnung der Gesteinsmasse nach der Richtung der Axe der Belemniten stattgefunden hat. „Wie ein

Teig unter einer Walze muss der Kalkschiefer in die Länge gezogen sein" ⁵⁾).

Das Fallen der Schichten des Gneusses und des eingeschlossenen, konform gelagerten Kalkes und aller Gesteine dieses ganzen Gebirges ist überall, wo es der Beobachtung mit genügender Deutlichkeit sich darbietet, dem des Betzberges entgegengesetzt, meist steil gegen Süden gerichtet. Stellenweise treten untergeordnete, durch die Zusammenschiebung erklärbare Mulden oder blosse Loben oder Sättel von solchen auf, welche als kleine „Fächer“ erscheinen. Auch ist das granitische Gestein häufig so vielfach von mehreren Klüftungssystemen durchsetzt, dass man, wie in den Schöllenen, unsicher ist, welches derselben man als Stratifikation anerkennen soll ⁶⁾. Dagegen zeigt sich einerseits das nordwestwärts gerichtete Einfallen der von Gneuss und Granit überlagerten Schiefer und Kalksteine an der Furka und andererseits das südostwärts geneigte Einfallen des Gneusses am Gerstenhorne und Galenstocke in einem Profile, von der Grimselhöhe aus gesehen, in der Gebirgsmasse, welche sich östlich vom Rhodan-Gletscher erhebt. An der Furka, wie weiter gegen Realp, sind, wie am Betzberge, die nordwärts fallenden schwarzen Schiefer und Kalksteine von ebenso fallendem Gneusse überlagert ⁷⁾. In Betreff der Schiefer der Furka möge nur noch bemerkt werden, dass dieselben nach Studer zu der von ihm so benannten Kategorie der „grauen Schiefer“ gehören, welche von diesem Geologen als die ursprüngliche Grundmasse der krystallinen Mittelzone der Alpen anerkannt werden, aus welcher die mannigfaltigsten Gesteine, Gneusse und Granite, Hornblendgesteine, Serpentin und Gabbro und ganz besonders die mannigfaltigen Gesteine aus der Kategorie der „grünen Schiefer“, „durch Umwandlung und den Zutritt neuer Stoffe hervorgegangen“, freilich, wie derselbe, das scheinbare Verständniss wieder vertilgend, hinzufügt,

⁵⁾ Merian in den Berichten über die Verhandlungen der Naturf. Gesellschaft zu Basel, Bd. VII, p. 56.

⁶⁾ Studer: Geologie der Schweiz, I, p. 179.

⁷⁾ Ebendas. I, p. 181.

„vielleicht auch für sich aus der Tiefe aufgestiegen sind“⁸⁾. In dem glimmerschieferähnlichen schwarzen Schiefer der Furka, welcher mit Kalkschiefer und körnigem Kalke wechselt und „sehr steil nordwärts unter den Gneussfächer des Galenstockes einschiesst“, finden sich Belemniten, weshalb Studer sie dann auch als jurassische Schiefer bezeichnet⁹⁾.

Absteigend von der Furka betreten wir das Gombs-Thal und Oberwallis. Den meistentheils verdeckten, nordwestwärts fallenden Schichtenköpfen folgend, erreichen wir den prachtvollen Rhodan-Gletscher, welcher aus der viele Stunden weiten Firmulde durch eine Lücke zwischen dem Galenstocke (SO.) und dem Gerstenhorne (NW.) sich herausdrängt, über den Rand niedersinkend einen „Gletscherbruch“ erleidet, durch welchen seine ganze Masse in ein wunderschönes Labyrinth von blauen Pfeilern und Pyramiden von Eis zerstückelt erscheint, und dann, wieder vereinigt, jene ausgezeichnete, flach sich abrundende Form eines rinnenden Tropfens annimmt, durch welche er wie eine riesige Thräne, gegen den verflachten Thalboden herabhängend, sich darstellt. Diese Gestaltung, die vollkommen radiale Zerklüftung der vorderen Ausbreitung, das prachtvolle Gletscherthor, mit welchem er, in 1786 Meter Meereshöhe, der Mittagssonne zugewandt, sich endigt, der merkwürdige Gletscherboden vor seinem Ende und die Moränen, deren man nicht weniger als sieben in ungleichen Abständen, bis zu 1200 Fuss von dem jetzigen Gletscherende entfernt, deutlich genug zu verfolgen vermag, geben diesem so leicht zugänglichen Gletscher eine zu grosse Bedeutung für das Studium des Gletscherphänomens, als dass die Anführung dieser, den Felsbau selber freilich nur verhüllenden Erscheinung einer Entschuldigung bedürfte.

Weder der starke im Sommer aus dem Gletscherthore hervorgehende Bach, noch jener andere, welcher schon weiter oberhalb von der Furka her dem Gletscherbette zuströmt, wird, wie dies schon Scheuchzer hervorhebt, von den Wallisern als Quell des Rhodan betrachtet. Beide versiegen im Winter. Als Rhodan-Quellen gelten vielmehr drei Brunn-

⁸⁾ Ebendas. I, p. 346.

⁹⁾ Ebendas. I, p. 375.

lein, welche, unweit des Gletscherendes, am Fusse des zur Grimsel ansteigenden Gebirges entspringen, und welche Saussure zuerst als Thermen erkannte. Sie entspringen mit einer Temperatur von 18 bis 22,5° C., sind aber vermuthlich durch zudringende Schmelzwasser gekühlt; ganz nahe bei ihnen entspringen andere Quellen, welche sich kaum über den Gefrierpunkt erheben. Analysen der Rhodan-Quellen existiren nicht. Durch einen Eisengehalt färben sie ihr Bett roth und gaben so dem Rhodan (Roten in Walliser Mundart) den Namen. Saussure erklärte die Temperatur dieser Thermen vermuthungsweise durch Kieslager, welche sich zersetzen und erhitzen und deren Vorhandensein unter diesen Gebirgen ihm wegen der in Uri so häufigen Erdbeben — nach damaliger Vorstellung über die Entstehung dieses Phänomens — wahrscheinlich war ¹⁰⁾.

Die ersten Schichten, welche man im Thale unterhalb des Rhodan-Gletschers antrifft, stehen vollkommen vertikal, sowohl im Wengen, auf dem rechten Ufer des jungen Stromes, welchem der Thalpfad folgt, als auch gegenüber, am Hungerberge. Solche Schichten allein beobachtet man vom Bette des Rhodan bis auf die nächsten Berghöhen zu beiden Seiten, stets genau oder nahezu vertikal, von Nordost gen Südwest streichend. Der Fluss scheint sein Bett in diese Kämme eingegraben zu haben; bald folgt er ihrer Streichungslinie, bald schneidet er dieselbe, so dass man, leicht getäuscht, das Streichen der Schichten wechseln zu sehen glaubt; aber dieses bleibt in Wirklichkeit in unveränderter Richtung, soweit man es verfolgt, eine ganze Meile lang, bis etwa 20 Minuten oberhalb Oberwald. Der Weg ist abwärts äusserst beschwerlich, wie auf einer zerfallenen Treppe; man tritt häufig zwischen die scharfen Schiefergrate hinein, stellenweise geht der ganze Weg in einer tiefen Furche, wie zwischen zwei parallelen Mauern. Die Gesteine erinnern im höchsten Grade an diejenigen, welche im Urseren-Thale, besonders an dem südöstlichen Thalgehänge, dem St. Gotthards-Walle, freilich in ganz anderer Lagerung, anstehen. Ein Heer von Namen wäre nöthig, um sie zu benennen, diese theils dünn-

¹⁰⁾ Voyages dans les Alpes. 4to. Bd. III, p. 482. 484, §. 1719. 1720.

schiefrigen, theils dickschichtigen, stellenweise fast massigen Gemenge von Feldspathen mit Quarz, Glimmer, Hornblende, Epidot u. s. w., in welchen bald dieser, bald jener Gemengtheil vorwaltet und die Textur beherrscht, bald in äusserster Feinheit alle Gemengtheile unerkennbar eine Schiefergrundmasse darstellen, in welcher nur von diesem oder jenem Gemengtheile, besonders von den Glimmern, erkennbare Partikel hervortreten. Es sind dies die Gesteine, welche schon Besson ¹¹⁾ und Storr ¹²⁾ beschrieben haben, dieselben, deren auch Sausure ¹³⁾ gedenkt, der besonders überrascht die Übereinstimmung des hier auftretenden Hornblendschiefers mit einem solchen Vorkommnisse an dem diagonal entferntesten Punkte des Wallis, am St. Bernhard, hervorhebt. Hier war es auch, wo dieser unübertreffliche Forscher jene Theorien bekämpfte, welche diesen vertikalen Absonderungen die Bedeutung einer Stratifikation absprechen möchten. „Wenn dies nicht regelmässige Schichten sind,“ — so ruft er aus — „so müsste man auf jeden Vernunftschluss in der Naturforschung verzichten und dem Zufalle oder dem Zusammenlaufe der Elemente alle die Erscheinungen zuschreiben, um deren Erklärung wir Körper und Geist abmühen!“

In der That, die vertikale Stellung dieser Schichten rührt nur daher, dass wir uns auf dem aufgerissenen Grate des Sattels zwischen zwei eng zusammengepressten Mulden befinden, zwischen zwei Bergwänden, in deren höheren Theilen die Schichten eine geneigte und vollkommen antiklinale Lage besitzen. Allerdings würde die hier sich darstellende Neigung der Schichten einen genügenden Beweis geschehener und zwar sehr beträchtlicher Verschiebung der Schichten aus ihrer ursprünglichen Lage liefern, falls es überhaupt heute noch eines derartigen Beweises bedürfte. Doch würde es wohl verschwendete Bemühung sein, wollte man auf Solche Rücksicht nehmen, welche die Verschiebung der Schichten überhaupt, sei dieselbe nun durch Hebung oder Senkung zu erklären, noch bezwei-

¹¹⁾ Voyage dans les Alpes. 4to. p. 98. 8vo. p. 173.

¹²⁾ Alpenreise, II, p. 30.

¹³⁾ Voyages dans les Alpes. 4to. Bd. III, p. 480, §. 1717.

feln möchten. Anders freilich ist es mit der Frage nach der Ursache der — thatsächlich anerkannten — Verschiebungen. Mit Senkungen konnte man das Dasein der Gebirge nur in jener Zeit zu erklären glauben, in welcher man es noch für zulässig hielt, vorauszusetzen, dass einst bei einer reicheren Wassermasse auf der Erde der Stand der Meere über alle Gipfel der jetzigen Gebirge hinausgegangen sei. Seit sich alle Schlüsse der Naturforschung zu der Überzeugung vereinigt haben, dass der Wasserreichthum der Erde nicht grösser, noch kleiner gewesen sein könne zu allen Zeiten, ist es unerlässlich, auch Hebungen anzunehmen und diesen mindestens den Werth aller Hervorragungen über das jetzige Meeresniveau zu Gute zu schreiben. Für diese nicht mehr in Abrede zu stellenden Hebungen suchte der Plutonismus die erklärende Ursache in der Eruption der „plutonischen“ Gesteine. Zwar bedurfte diese Eruption selber wieder weiterer Erklärungen, und die, wenigstens von dem einmal angenommenen Standpunkte aus, tiefer forschenden Plutonisten gingen in diesen Erklärungen selber nicht wenig auseinander. Allein die zahlreicheren Anhänger des Plutonismus, welche sich genügten, indem sie treue Schüler ihrer Lehrer waren und über des Meisters Worte nicht hinausdachten, fanden eine ausserordentliche Befriedigung in der unmittelbaren Ursache, welche die Eruptionen zur Erklärung der Hebungen darboten, und in der Bequemlichkeit, mit welcher die Hypothese der eruptiven Entstehung zugleich alle jene Schwierigkeiten beseitigte oder unterdrückte, welche durch jede anderweitige Frage nach der Entstehung der krystallinischen Gesteine erwachsen mussten. Mit der Überwindung des plutonistischen Standpunktes traten nicht allein alle diese Schwierigkeiten als ebensovieler Aufforderungen zur Aufsuchung neuer Forschungswege gebieterisch hervor, sondern auch die Frage nach der Ursache der Hebungen war von Neuem eine völlig offene. Da die Wissenschaft nicht blos die Erscheinungen kennen, sondern auch ihre Verknüpfung verstehen will, so ist es unerlässlich, hier auf diese Frage einzutreten, und ich unterziehe mich dieser Nothwendigkeit, indem ich versuche, die Ansichten in Kürze zu entwickeln, welche sich mir als Ergebnisse meiner Vergleichen gebildet haben, und welche ich für die nothwendigen Schlüsse aus dem

gegenwärtigen Stande, wenn nicht der Wissenschaft überhaupt, so doch meiner eigenen Wissenschaft halte.

Die Bildung der Krystalle — deren Wesen ein bis jetzt für uns ebenso unbegreifliches Leben ist, wie das Leben, welches die Pflanzen und Thiere erzeugt — ist mit der Ausübung einer gewissen mechanischen Kraft verbunden. Die Zusammenziehung der Atome aus einer lösenden Flüssigkeit oder aus einer geschmolzenen Masse muss nothwendig selber schon als Wirkung einer hinreichenden mechanischen Kraft anerkannt werden, die wir freilich, wie alle Kraft, nicht begreifen, sondern nur in ihren Wirkungen wahrnehmen. Mit der Ausbildung krystallinischer Individuen ist, auch ohne Vermehrung der Masse einer vorhandenen Substanz, stets eine Vermehrung ihres scheinbaren Volumens verbunden, welche von der Unvollkommenheit herrührt, mit welcher die einzelnen krystallinischen Individuen sich unter einander berühren. Die Kraft, welche bei der Ausbildung krystallinischer Individuen von einer eingeschlossenen Substanz gegen ihre Umgebung ausgeübt wird, und welche die Gewinnung des Raumes zu der nöthigen Volumenvermehrung zum Ziele hat, ist sehr bedeutend, bis jetzt aber nicht durch eigentliche Messungen geschätzt. Bekannt ist die ungeheure Gewalt, welche das Eis bei seiner Krystallisation ausübt. Ich habe gezeigt, dass andere Krystalle sich ebenso verhalten¹⁴⁾, und indem ich diese Erfahrung zur Erklärung geologischer Phänomene zu verwerthen suchte, konnte ich mich einigermaßen den Ansichten nähern, zu welchen einige andere Forscher vom plutonistischen Standpunkte aus gekommen sind.

Eine Gebirgsschicht, welche von neuen und immer neuen Schichten überlagert wird, muss nothwendig krystallinische Umsetzungen ihrer Bestandtheile erleiden. Die Krystallindividen, wie gross oder wie klein dieselben immer sein mögen, aus welchen die Schicht oder wenigstens ein Theil ihrer Masse besteht, können unmöglich die nämlichen bleiben, während der Druck, welchem die Schicht ausgesetzt ist, sich fort und fort verändert. Auch ohne Zutritt neuer Substanz wird eine Schicht in Folge dieses Verhältnisses einer allmählichen Veränderung

¹⁴⁾ Über die Volumenveränderungen, welche durch die Krystallisation hervorgerufen werden. Poggendorff's Annalen der Physik u. Chemie, Bd. 93. 1854. p. 66 ff.

ihres krystallinischen Gefüges unterworfen sein und dabei zugleich eine Veränderung ihrer Gesamtform erleiden. Zwar setzt das Leben der wachsenden Krystalle der Einwirkung des mechanischen Druckes einen gewissen Widerstand entgegen und hebt dadurch in einem gewissen Grade die Wirkung der überlagernden Massen auf, welche, vermöge ihres Gewichtes, die Dimension der Schicht in der Richtung der Schwere zu vermindern streben. Allein, wie gross auch die Widerstandskraft des Wachstums der Krystalle nach den ihren inneren Bedingungen entsprechenden Richtungen sein mag, so ist es doch nicht anders denkbar, als dass dieselbe in der Gesamtmasse einer Schicht in der Richtung, welche der Dicke entspricht, ein ausserordentlich viel geringeres Resultat ergeben muss, als in den zu dieser Richtung normalen Dimensionen. Die bei der Umkrystallisation des Gesteins sich bildenden Individuen werden in ersterer Dimension minder wachsen, als in letzteren; das Gesamtergebnis wird sein, dass die Schicht dünner, dafür aber breiter und länger wird — sie wird sich verhalten wie ein bildsamer Teig, welcher einer Belastung ausgesetzt ist. Ich nenne diesen Vorgang die *Streckung* der Schichten.

Jede Schicht, welche von anderen Schichten bedeckt ist, muss einer fortwährenden Infiltration ausgesetzt sein. Substanzen, welche in den oberen Schichten gelöst werden, dienen in den tieferen Schichten zur Einleitung chemischer Prozesse; diese Prozesse sind es, auf welchen die Entwicklung der Mineralien beruht. Auf diese Weise werden Schichten umgewandelt, andere in Folge der Auflösung, wenn kein genügender Ersatz geboten wird, vermindert, noch andere, wenn fortdauernd dienliche Nahrung zugeführt und von den wachsenden Krystallen fixirt wird, nehmen zu. Die Umwandlung kann mit Volumenverminderung oder mit Volumenvermehrung verbunden sein. Die Verminderung kann einzig die Wirkung des Druckes begünstigen und die Schicht wird also — von der, jedenfalls nur vorübergehenden, Porosität der Kürze wegen einmal abgesehen — dünner werden, während sie in Breite und Länge nicht abnimmt. Bei der Volumenvermehrung, durch fortdauernden Zuwachs der Krystalle, summirt sich in der Richtung der Dicke der Schicht nur die Wirkung von unverhältnissmässig wenigen Krystallen, im Vergleich zu der ungeheuren Zahl, deren Wirkung in den

Dimensionen der Länge und Breite sich geltend macht. Der nothwendige Erfolg ist, dass die Zunahme hauptsächlich diesen letzteren Dimensionen zu Gute kommt. Eine solche wachsende Schicht verhält sich, in ihrer Gesammtheit, als ein in Ausdehnung begriffener Körper, und die Ausdehnung muss daher in derjenigen Richtung erfolgen, in welcher der Widerstand am Meisten überwunden werden kann. Dass die Gebirgsschichten in den Richtungen der Breite und Länge sich im Laufe der Zeiten ausdehnen müssen, davon überzeugt man sich durch die Betrachtung der Bedingungen, unter welchen sich dieselben, dem allergrössten Theile nach, fortwährend befinden. Aber auch abgesehen von dieser Reflexion findet man in den Gebirgsschichten selbst zahlreiche unmittelbare Beweise der geschehenen Streckung. Die, in der That zwar ausserordentlich häufig nachweisbaren, Verdrückungen der Petrefakte geben gleichwohl weit weniger eklatante Belege, weil eben mit dem regeren Leben der chemischen Affinitäten und der Krystallisation die Spuren der Organismen bald verschwinden. So bedarf es des Zusammentreffens besonderer Begünstigungen, um so ausgezeichnete und dann allerdings sehr gewichtige Erscheinungen hervorzubringen, wie die oben beschriebenen, auf das Mehrfache ihrer Länge auseinander gezerrten Belemniten. Die häufigeren Beweise für die Ausdehnung der Schichten nach den zu ihrer Dicke normalen Dimensionen treten in den Gesteinen auf, in welchen bereits alle Spuren eingeschlossener Organismen verwischt sind. Als solche Beweise scheinen mir unausweichlich gelten zu müssen die mannigfaltigen wellenförmigen Biegungen und Fältelungen der Schichten, welche von dem kleinsten bis zu dem grössten Massstabe sich in allen Gebirgen zeigen. Derartige Biegungen im grössten Massstabe sind die Faltungen der Schichten, welche die Unebenheiten der Erdoberfläche bedingen, die Sättel und Loben der Gebirgsmulden. Meine Erklärung der Hebungen ist hiemit gegeben. Versuche man, den Massstab in der Hand, die wie ein faltiges Tuch durch das Gebirge einer Gegend verbreiteten Schichten zu verfolgen, rechne man ihnen auch nach, wo sie am Rande einer Mulde unter anderen Schichten sich verbergen, und wo sie inmitten der Mulde in der Tiefe erbohrt worden sind und am Gegenflügel der Mulde wieder

hervortauschen — und vergleiche man dann den Flächenraum, welchen dieselbe Schicht in einer Lage einnehmen müsste, welche nur annähernd als die ursprüngliche Lage gelten dürfte, in der die Schicht gebildet worden sein kann. Ein solcher Versuch, eine solche Rechnung, eine solche Vergleichung beweist, dass eine sehr beträchtliche Streckung stattgefunden hat, welcher genau die jetzige Faltung als Resultat entspricht. Wir bedürfen, nachdem wir so die Faltungen der Schichten als nothwendiges Ergebniss des Wachsthumes der letzteren erkannt haben, keiner weiteren Erklärung für die Entstehung der Gebirge. Es galt hier nur, die allgemeinsten Grundzüge meiner Theorie der Gebirgserhebung zu entwickeln. Zu diesem Zwecke genügt es, bewiesen zu haben, dass fort und fort, so lange es regnet, so lange die Flüsse fließen, und so lange Seen und Meere einen Theil der Erdoberfläche bedecken, Berge wachsen müssen. Welche Beziehung dieses fortwährende Wachsen der Berge zu dem Phänomene der Erdbeben habe, das werde ich später entwickeln. Auch werde ich später die Gelegenheit finden, zu zeigen, wie dafür gesorgt ist, dass auch die Berge nicht in den Himmel wachsen. — Wir kehren zum Ufer des Rhodan zurück!

Weiter abwärts gegen Oberwald findet man auch im Thale selbst Spuren der antiklinalen Lagerung, indem die sich entgegenstehenden Flügel der beiden Mulden stellenweise sich beide auf der nämlichen Seite des Thalgrabens befinden. Es treten Schichten hervor, welche, wie die des Betzberges und der Furka, gegen Nordwest unter den Gebirgsrücken der Grimsel einschiessen; noch immer sind es schiefrige Felsen verschiedener Art. Dann wieder erscheinen, noch oberhalb Oberwald, Schichten auf der rechten Thalseite, welche, offenbar der Mulde der linken Thalwand angehörig, gegen Südost, also zunächst gegen den Thalgrund, fallen, um sich jenseit unter dem Gebirge einzusenken. Aber noch vor Oberwald, in der Nähe der kleinen Nikolaus-Kapelle, tritt nun der Kalkstein auf, bläulich bis schwärzlich, stellenweis glimmerreich, mit nordwestlichem Fallen und immer mit dem bisherigen unveränderten Streichen von Nordost gen Südwest, unter den Gneuss und die übrigen krystallinischen Silikat-Gesteine einfallend, welche ihm, wie am Betzberge im

Urseren-Thale, regelmässig aufgelagert sind ¹⁵⁾). Hugi erklärt ihn hier für „Muschelkalk“, dem er, wie oben erwähnt ist, auch den „Liaskalk“ im Tobel von Realp am Fusse des Betzberges theilweise vergleichbar fand ¹⁶⁾). — Zwischen Oberwald und Obergestelen — 40 Minuten Entfernung — kommen auch die Schiefer wieder zum Vorschein, welche Hugi im Urseren-Thale für „Liasschiefer“ erklärte, „Dachschiefer und glänzende Thonschiefer“ nach Saussure, richtiger wohl unreine chloritische Schiefer, in welligen, zarten Schichten, hier zum Theil gänzlich kalkfrei, und diese Schiefer stellen wieder ¹⁷⁾ ihre vertikalen Köpfe heraus, wie die krystallinischen Silikat-Gesteine weiter oben in der Rhodan-Schlucht. Steigt man aber von Obergestelen gegen Twärenneck am Pfade zur Grimsel aufwärts, oder folgt man dem Tobel, welches ob dem Dorfe an derselben Thalwand eingefurcht ist, so trifft man wieder den bläulichen und schwärzlichen, glimmerigen, körnigen Kalkstein, mit nordwestwärts gerichtetem Fallen unter die höher darauf folgenden krystallinischen Silikat-Gesteine einfallend ¹⁸⁾). Im Tobel ist der Kalk eisenhaltig und dünngeschichtet. Glimmerschiefer liegt über ihm, mit diesem wechselt Gneuss, der endlich alleinherrschend wird. „Steigen wir etwas tiefer in jene Tobel, so finden wir bald wilde Zerstörungen; die Schichten sind über einander geschoben, zerbrochen, mehr senkrecht gestellt und in einzelnen Flügen auftretend. Der Gneuss wird nun vorherrschend, der bald in „Porphyrgneuss“ und „Porphyrganit“ sich wandelt. Dieser tritt in so vielen Abwechslungen auf, dass es, ausser jenen eingeschlossenen Feldspathen und dem Übergange vom Geschichteten zum Ungeschichteten, kaum möglich wird, allgemeine Charaktere für ihn aufzustellen. Über jene Massen erhebt sich bald die Bauchform des ächten Granites, bald aber in einzelnen Gräten und Abstürzungen die Zacken und Trümmerform des „Halbgranites“. Die aufgesetzten Hörner, Spitzen und Kämme

¹⁵⁾ Saussure: Voyages, III, p. 480, §. 1716. — Studer: Geol. I, p. 181.

¹⁶⁾ Alpenreise, p. 243. 253.

¹⁷⁾ Saussure: Voyages, III, p. 480, §. 1716.

¹⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 181.

bestehen durchgehends aus letzterem; doch tragen sie nicht selten, sowohl auf ihren Spitzen, als tiefer in der Masse selbst, noch bedeutende Massen von geschichtetem Gneuss und Glimmer¹⁹⁾.

Ob in den tieferen, unter dem Schutte des Rhodan-Grundes verborgenen Schichten des Profils auch Gyps auftrete, bleibt bis jetzt unbekannt. Aber es verdient in dieser Beziehung ein „Schwefelwasser“ auch hier beachtet zu werden, welches bei St. Ulrichen am rechten Rhodan-Ufer quillt. In dem Gebirge des linken Thalgehänges werden wir Gyps sehr vielfach antreffen.

Ähnliche Verhältnisse, wie bei Oberwald, bieten sich überall an dem nordwestlichen Gehänge des Gombs-Thales dar. In jedem der elf Tobel, welche von Oberwald bis zum Viesch-Thale in den Abhang der Berner Alpen gegen Wallis eingefurcht sind, zeigen sich, mehr oder minder vollständig, die nämlichen Verhältnisse. Dabei findet sich durchgängig im Thale, je mehr die Berge des rechten und linken Thalgehänges zusammentreten, eine um so steilere Stellung der Schichten; das Verhalten zwischen dem Rhodan-Gletscher und Oberwald bleibt freilich in beiden Beziehungen das Extrem. Wo dagegen die beiden Thalgehänge weiter von einander abstehen, also die enge Zusammenpressung der beiden Mulden vermindert scheint, da zeigen die Schichten im Thale sich flacher. Bei Lax ist das Bett des Rhodan in flach geneigte Glimmer-Schichten eingefurcht²⁰⁾. Doch mag die Auslaugung vorhanden gewesener Gyps-Schichten ein lokales Zurücksinken solcher Schichten veranlasst haben. Zwischen Niederwald und Viesch passirt der Weg über grüne chloritische Talkschiefer, welche im Mittel unter 45° nordwärts einfallen und von einem sehr quarzreichen Gneuss ganz regelmässig überlagert sind. Letzteres Gestein erinnert sehr an ähnliche Felsen in der Rhodan-Schlucht wenig unterhalb des Gletschers. Die Schiefer, welche zu den von Studer so genannten „grünen Schiefer“ gehören²¹⁾,

¹⁹⁾ Hugi: Alpenreise, p. 243. 244.

²⁰⁾ Ebendasselbst, p. 244. 245.

²¹⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellschaft in Bern, 1854, p. 136.

tragen durch und durch, in zahllosen Pseudomorphosen und anderen, nicht eigentlich zu diesen zählbaren Spuren, die Beweise an sich, dass ihr jetziges Material an die Stelle von Karbonspathen getreten ist, mit anderen Worten, dass sie ein Umwandlungsprodukt aus einer mit dem Kalke beginnenden Entwicklungsreihe seien. Sie sind sehr reich an Adern, Zwischenlagen und oft dick angeschwollenen Knauern, theils von glasartigem Quarze — welcher ganz ähnlich auch in dem überlagernden Gneussgesteine auftritt — theils dagegen von eisen- und manganhaltigem Dolomitspath; und aller dieser Quarz trägt wiederum die entschiedensten Beweise seiner Substitution für jenen Spath an sich und umschliesst noch, fast in jedem Handstücke, Überreste, gleichsam Kerne von demselben. Dafür scheinen die Kalkschiefer in diesem Profile des Gombs-Thales zu fehlen.

Bei Viesch fallen die ersten Gneussmassen, die man auf dem Wege nach dem Gletscher oder nach dem, seiner herrlichen Aussicht wegen, von Touristen jetzt viel besuchten Äggischhorne antrifft, steil gegen Norden; im Äggischhorne selbst, überhaupt in den Umgebungen des Aletsch-See's und in den Walliser-Viescherhörnern stehen sie vertikal²²⁾. Was den Grat der letzteren betrifft, so gilt jenes Verhältniss freilich nur von dem südlichen Theile desselben und seiner Fortsetzung gegen das Äggischhorn, welche sich östlich über dem Märjel- oder Aletsch-See erhebt.

Das Streichen der Schichten ist von der Gegend von Münster her allmählig mehr und mehr von der Nordost-Südwestrichtung in die Ostnordost-Westsüdwestrichtung übergegangen. Dieses Verhältniss spricht sich, im Grossen, besonders deutlich durch die Abweichung aus, welche in der Richtung der oberen Tobel und derjenigen des Viescher-Tobels stattfindet. Erstere laufen von Nordwest gegen Südost aus, letzteres dagegen von Nord gegen Süd. In diesem letzteren Tobel endigt, gegen Süden gerichtet, der schmutzige Viescher-Gletscher in 1348 Meter Meereshöhe; aber die alte Moräne, auf welcher, mindestens $\frac{1}{2}$ Meile weiter abwärts, die Weiler

²²⁾ Studer: Geologie, I, p. 177.

Ried, Bodmen und Halten liegen, beweist, dass er einst bis hieher vorgedrungen war.

Mit dem veränderten Streichen der Schichten hängt auch die Ablenkung des Viescher-Gletschers, sowie der seltsame Lauf des Langen Aletsch-Gletschers zusammen, welcher letztere, aus der weiten Firmulde zwischen der Jungfrau, dem Aletschhorne und den Viescherhörnern entspringend, anfänglich gegen Süden herabhangt, wie der Mittlere und Obere Aletsch-Gletscher, dann aber plötzlich gegen Westsüdwest angelenkt wird. Dieser Gletscher bildet den Märjel-See durch die Wasserstauung, welche er, an dem Bassin desselben vorüberziehend, bewirkt, indem er mit seiner Eismasse das Thal erfüllt, durch welches die Zuflüsse des See's ihren Ablauf nehmen müssten. Der See hat einen Abfluss unter dem Gletscher, den man an einer Reihe von Einsenkungen, Löchern und Spalten auf dem Eise verfolgt. Grosse Eismassen des Gletschers stürzen oft auf den See ab und helfen schwimmend ein kleines Bild des Polar-meeres darstellen. Geschehen Einstürzungen im Gletscher selbst, durch welche der Abfluss gehemmt wird, so brechen mitunter Wasserstrahlen aus den Gletscherspalten hervor. Da plötzliche Entleerungen des See's die Gegend von Naters und unterhalb stets mit furchtbaren Überschwemmungen bedrohten, wie solche sich mehrfach ereignet haben, so hat man dem See einen Ablaufstollen vom Viescher-Tobel her durch das Gebirge eröffnet.

Die grünen Schiefer, welche zwischen Niederwald und Viesch auftreten, zeigen sich, in der Verlängerung ihrer Streichungslinie, wiederum bei Lax und sodann, jedoch in fast vertikaler Stellung, nur wenige Grade mit nördlichem Fallen geneigt, an der steilen Schieferhalde des Gottesberges oder Deisch-Stalden, auf welchem das von demselben benannte Deisch²³⁾ liegt, an deren westlichem Fusse eine Wendung des Rhodan in einem tiefen Schlunde zwischen senkrechten, theilweise selbst überhängenden Felsmauern ein herrliches

²³⁾ Der Name Deisch ist eine Korruption des alten A monte Dei superius. Der Zent (Cent) Gombs (Dixain de Conches) erstreckt sich bis hieher und hiess früher auch Zent ob Deisch.

Profil derselben eingeschnitten hat. Der Charakter der Schiefer ist hier nicht mehr ganz derselbe, wie oberhalb Viesch; schon die Farbe mehr bleigrau, als grün. Lardy bezeichnete sogar diese Schiefer früher ohne Weiteres als „Thonschiefer“²⁴⁾, beschrieb sie aber später als „graue talkige Schiefer“, welche Chlorit- und Glimmerblätter enthalten und viele Pyrit-Würfel einschliessen²⁵⁾. Studer rechnet die Schiefer zwischen Lax und Möril sämtlich zu den „grünen Schiefer“²⁶⁾. Auch kehrt die frühere Beschaffenheit bald zurück, wo, wenig weiter abwärts, der Rhodan wieder dem Streichen der Schichten folgt und die abgerundeten Grate der Schichtenköpfe als Längsfurchen, wie kolossale Wagengeleise, im Flussbette hervorragen, bis zur Brücke von Grenchols, wo sie, ganz so beschaffen wie oberhalb Viesch, in steiler Fluh hart am Ufer sich erheben. Doch schon sind wir angelangt an der Gränze des antiklinalen Längenthales von Gombs; denn hier ist es, wo die Schichten des linken Thalgehänges herüberdringen über den bis hieher der Antiklinallinie folgenden Rhodan, und sich bald hoch hinaufziehen über die Möriker Alpen, westwärts in's Hochgebirge hinauf gegen den Kamm des Nesthornes, indem sie immer steiler an die höher und höher zurückgedrängten, steilen Schichten des Randes der Grimsel-Mulde sich anlehnen. Vertikale Schichtenstellung herrscht, vom Märjel-See her, in der ganzen Umgegend des Oberen Aletsch-Gletschers ebenso, wie des Langen Aletsch-Gletschers. Gegen Südsüdwest lehnen sich an diese vertikalen Schichten die südsüdwestlich fallenden steilen Schichten der Nachbarmulde; gegen Nordnordost, vertikal stehend, die Schichten der Grimsel-Mulde selbst, welche hier in ihrem Streichen sich auskeilt, und deren beide Längenflügel, in Folge der engen Zusammendrückung, wie Mauern neben einander stehen. Das westliche Ende dieser vertikalen Schichtenstellung verliert sich in dem Grate zwischen dem wallisischen Lötsch- und dem bernerischen Amerten-Thale. Der Granit und

²⁴⁾ Leonhard's Taschenbuch der Mineralogie. 1819. p. 145.

²⁵⁾ Denkschriften der schweizerischen Naturf. Gesellschaft, Bd. I, 12. 1833. p. 230.

²⁶⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellschaft in Bern, 1854, p. 136.

Halbgranit des Breithorns zeigt, nach Hugi, Spuren vertikaler Schichtung, während sich einerseits, nach dem Lötsch-Thale zu, südwestlich fallende, andererseits, an der Nordseite des Amerten-Thales, nordöstlich fallende Schichten anlehnen. Im Grosshorne dagegen, im Mittaghorne, der Ebenfluh und dem ganzen Grate gegen die Jungfrau hin herrscht südöstliches Fallen, den Gegenflügel der Grimsel-Mulde darstellend. Dieser Grat besteht aus Granit und Gneuss, welche in einander übergehen und sich theilweise auch einem Glimmerschiefer oder Granite nähern, der, statt des Feldspathes, „Pinit“ enthält und an Quarzit erinnert. Wo hier die Schichtung erkennbar ist, da zeigt sie ein steiles südliches Fallen²⁷⁾. Von der Jungfrau hat Hugi Profile gegeben, theils in der Richtung von Norden gegen Süden — vom Ellstab aus gesehen — theils ein mit grossen Beschwerden gewonnenes in der Richtung des von West gegen Ost aufsteigenden, fast unzugänglichen Roth-Thales. Die Einzelheiten desselben, welche mit der Auffassung Studer's wenig übereinstimmen, mögen hier nicht weiter erörtert werden. Soviel dürfte indessen aus Hugi's sorgfältiger Untersuchung des Roth-Thales doch als sicheres Ergebniss hervorgehen, dass nicht etwa blos hier eine Zurückdrängung und theilweise Überfaltung des Kalk-Gebirges durch den Granit, sondern auch ein wirklicher Wechsel von theils dickschichtigen, theils dünnschiefrigen Kalksteinen und anderen Gebirgsarten, welche nie in Gefahr kommen konnten, für Kinder des Pluto gehalten zu werden, mit Gneuss, Halbgranit und Granit stattfindet. Darin endlich stimmen alle Beobachtungen überein, dass die krystallinischen Silikat-Gesteine ein, von Studer für sehr steil geschätztes, von Hugi weitaus nicht so steil befundenes, Fallen gegen Süd und Südost einhalten. — Das von der Jungfrau ost-südöstlich gelegene Grünhorn, welches nach Hugi²⁸⁾ aus Granit besteht, scheint keine Erkennung der Schichtung zu gestatten. Die Walliser-Viescherhörner, südöstlich vom Grünhorn, beginnen von dieser Seite am Fusse des

²⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 182.

²⁸⁾ Alpenreise, Taf. XI, 2.

Faulhornes gleichfalls mit Granit, auf welchen südwärts fallende Schichten von Porphygranit mit Quarz, Chlorit u. s. w., dann Schichten von Gneuss, glimmerschieferartigem Gneuss und gneussigem Glimmerschiefer folgen²⁹⁾. Studer vermuthet aus den Trümmern einer vom Faulenberge herührenden Gandecke im Hintergrunde des Aletsch-Gletschers, dass letzterer Berg vorherrschend aus epidotführenden „grünen Schieferen“ bestehe, und die gegenüberliegende, an das Aletschhorn anstossende Felsecke scheint gleicher Art zu sein³⁰⁾. Es ist oben bereits angeführt, dass das südöstliche Ende der Walliser-Viescherhörner dagegen aus vertikalen Gneuss-Schichten besteht.

Mit ähnlichen Verwickelungen, wie das Profil der Jungfrau, beginnt auch dasjenige des Eigers von Grindelwald aus durch die Walcher- oder Grindelwalder-Viescherhörner und das Finsteraarhorn, sowie auch das von demselben Thale aus durch den Mettenberg, das Schreckhorn, Lauteraar- und Oberaarhorn gelegte Profil. Studer nimmt auch hier an, dass die Thatsache des theilweise fast vertikalen Aufsteigens der Gränze zwischen Kalk- und Gneuss-Gebirge und dann wieder der deutlichen Auflagerung des Gneusses auf den fast horizontalen Kalk-Massen mit einer Emporhebung, Zurückdrängung und Überfaltung des Kalkes und einer Überstürzung des Gneusses über denselben zusammenhänge. Auch im Wetterhorne soll dasselbe Verhältniss stattfinden. Sowie aber der Gneuss herrschend wird, zeigt sich ganz entschieden ein steiles südliches Fallen³¹⁾. Hugi sieht die Verhältnisse so an, als ob die, von ihm theils als „Muschelkalk“, theils als „Liaskalk“ gedeuteten, Kalk-Massen mit schwacher Neigung südwärts unter den Halbgranit und Syenit des Mettenberg-Gipfels einschliessen³²⁾. Die Walcherhörner, welche aus krystallinischen Silikat-Gesteinen bestehen, fallen steil südöstlich. Der nicht klar geschichtete Halbgranit und deut-

²⁹⁾ Hugi, ebendasselbst.

³⁰⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellschaft in Bern, 1854, p. 136.

³¹⁾ Studer: Geologie, I, p. 183—188.

³²⁾ Alpenreise, Taf. IX.

licher der wohlgeschichtete Gneuss des Schreckhorns steht vertikal; ebenso der Glimmerschiefer des Lauteraarhorns. Aber hier, wo das Profil bereits eine grosse Breite besitzt, stellt die Mulde sich nicht einfach dar, sondern die inneren, höheren Massen derselben bilden, durch die Zusammendrängung mehrfach gefaltet, untergeordnete Mulden, von welchen allerdings, in Folge der Zerstörung des ganzen oberen Gebirgstheiles, nur mehr oder minder unvollständige Fragmente erscheinen. So lagern an dem Nordabhange des Finsteraarhorns nordwestwärts fallende Schichten von Gneuss und Glimmerschiefer und an seinem südlichen Abhange legen sich entgegengesetzt südostwärts fallende Gneuss- und Glimmerschiefer-Schichten, welche im Oberaarhorn steiler und steiler, bis zur Vertikalstellung, sich aufrichten, diese sogar überschreiten³³⁾ und so eine „Fächerstruktur“ im Kleinen darbieten. Die Verhältnisse sind weit, sehr weit von der modellmässigen Einfachheit entfernt, welche Studer seinen Fächerdurchschnitten durch dieses Gebirge giebt. Die Gipfelmassen des Grates südlich vom Oberaar-Gletscher bestehen aus Granit und Halbgranit ohne deutliche Schichtung; aber unter ihnen schiessen, wie wir oben gesehen haben, an dem Abhange des Gebirges gegen das Gombs-Thal der Porphyrganit, der Gneuss und Glimmerschiefer mit nordwestwärts gerichtetem Fallen ein und zeigen sich tiefer abwärts regelmässig auf den von der Furka herstreichenden Kalkschiefern aufgelagert, ganz wie am Betzberge im Urseren-Thale.

Ganz analoge Schwierigkeiten, wie an der Jungfrau, bieten sich auch beim Eintritte in das Profil der Grimsel vom Hasli-Thale her zu beiden Seiten des letzteren dar. Auf der ganzen Linie vom Amerten-Thale bis zum Tödi lehnen sich an den Nordrand der Grimsel-Mulde nordwärts fallende Schichten, welche den südöstlichen Flügel einer neuen Mulde bilden. Es sind aber die obigen Schwierigkeiten solcher Art, wie sie überall auf der Gränze des Sattels zwischen zwei Mulden um so mehr sich darbieten müssen, je weniger steil und zusammengepresst dieser Sattel sich darstellt. Der

³³⁾ Hugi: Alpenreise, Taf. IX.

Flügel der einen Mulde überlagert theilweise den der andern, nicht geognostisch, sondern rein in Folge der Verschiebungen, ja, um mich des Ausdrucks zu bedienen, der Ineinanderwachsungen, welche die Gebirgsmasse erlitten hat. Gesteine, welche ganz diesen scheinbar überlagernden analog sind, finden sich auch in dem Schichtensysteme der anderen Mulde vor und werden dann nur zu leicht für eingekeilte Theile des anderen Muldenflügels gehalten. Wir hätten ganz analoger Verhältnisse auf dem schon betrachteten östlichen Theile des Nordrandes der Grimsel-Mulde, im Madraner-Thale, besonders an der Windgelle und auf der Linie von Erstfeld bis zum Hasli-Grunde erwähnen können.

Das Profil der Grimsel ist, wie das des Finsteraarhorns, nicht ganz einfach, sondern zeigt gleichfalls, ganz abgesehen von den erwähnten Schwierigkeiten am Nordrande, im Gebiete der reinen krystallinischen Silikat-Gesteine Spuren untergeordneter Mulden. Die Einfachheit, in welcher Studer dasselbe darstellt ³⁴⁾ und welche in der That nothwendig erfordert werden würde, um die hypothetische „Fächerstruktur“ zu bewähren, ist in der Natur keineswegs vorhanden. Nördliches Fallen und südliches Fallen wechseln im Gebirge westlich von der Linie von Guttannen bis zur Handeck mehrfach, während beträchtliche Parteen, welche im Profile vertikale Schichtenstellung vermuthen lassen würden, aus Hugi's, der Erkennung der Stratifikation so ungünstigem, Halbgranite bestehen. So verhält sich unter andern auch der Hochritzlstock ³⁵⁾. Bekannt ist das völlige Verschwinden der steilen Schichtung oberhalb der Handeck, woselbst die bauchigen Granitmassen, wie besonders an der berühmten Hehlen-Platte ³⁶⁾, in gewölbten, fast horizontalen Bänken liegen. Ich wüsste in diesen Platten doch nichts Anderes, als Schichtung zu erkennen — so bestimmt auch von hypothetischen Betrachtungen aus anderweitige unklare und unvorstellbare Worte über dieselben geäußert worden sind. Gegenüber der Hehlen-Platte, auf der anderen Seite der Aare, liegt

³⁴⁾ Geologie, I, p. 178.

³⁵⁾ Hugi: Alpenreise, Taf. VIII.

³⁶⁾ „Hehl“ heisst in der Landesmundart so viel wie „glatt“.

der Granit in ganz ähnlichen Massen, aber vollends fast ohne Spur einer Schichtabsonderung, und doch zeigt dieselbe Felsmasse weiter gegen Südosten sehr bestimmte Schichtung, die hier nun wieder vertikal steht, gerade wie auch unterhalb der Handeck. Zwanzig Minuten höher ist wieder an beiden Seiten der Aare das ganze Gebirge steil, wohl nahezu vertikal geschichtet bis zu den Gipfeln der Hörner; schon Saussure beobachtete diese Verhältnisse³⁷⁾. Der Zinkenstock am Oberaar-Gletscher zeigt an seinem Fusse Schichten eines aus Quarz, Glimmer und Hornblende bestehenden, schiefrigen Gesteins, welche, von Nordost gen Südwest streichend, fast vertikal stehen, doch schwach gegen Süden einfallen, indem sie sich an den Zinkenstock anlehnen³⁸⁾. Auffallend ist, dass Studer nicht hieher die Fortsetzung des von ihm³⁹⁾ „als Hornblende-Gestein bezeichneten und auch meist daraus bestehenden Streifens“ rechnet, aus welchem derselbe⁴⁰⁾ eine in der Axe der „granitischen Zentralmasse“ des Finsteraarhorns „von einem Ende bis zum andern fortsetzende Zone grüner Schiefer“ konstruirt, von deren ununterbrochenem Zusammenhange er im Jahre 1854 sich — selbst unter stundenbreiten Gletschern? — überzeugt zu haben vermeint. Die Fortsetzung vom Faulenberge her treffe auf den Abschwung am Aare-Gletscher und wirklich beginne auf der Seite der Lauteraar, wenig oberhalb des Abschwungs, eine Gandecke von grünem epidotführenden Schiefer, welche dem Aare-Gletscher bis auf seinen Vorderrand folgt. Auf der linken Seite der Lauteraar führt der Weg nach dem Gauli-Gletscher unter dem Ewigschneehorn durch ebenfalls über grünen Schiefer⁴¹⁾, ja, Studer glaubt, derartige Bildungen zunächst zu den Topfsteinen der Rothenfluh und von Schallau an der rechten Seite des Aare-Thales hoch über Guttannen⁴²⁾ und weiterhin durch die Urner-Alpen und durch das Madraner-Thal

³⁷⁾ Voyages, III, p. 460, §. 1786.

³⁸⁾ Saussure a. a. O. p. 471, §. 1803.

³⁹⁾ Geologische Karte der Schweiz.

⁴⁰⁾ Geologie, I, p. 312.

⁴¹⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellschaft in Bern, 1854, p. 136.

⁴²⁾ Geologie, I, p. 314, und Profil, p. 178.

verfolgen zu können. Die grüne Farbe allein dürfte jedoch schwerlich zu irgend einem Schlusse auf den Zusammenhang von Gebirgsmassen berechtigen, zumal wenn dieselbe, wie hier, nicht etwa von einem und demselben charakterisirenden Minerale, sondern von so heterogenen, wie Amphibol, Epidot und Chlorit (im Topfstein) herrührt.

Beim Grimsel-Spital fallen die fast vertikalen Schichten noch etwas südwärts. — Der See, an welchem das Spital liegt, ist keineswegs eine bloß oberflächliche Ansammlung von Gletscherwasser, sondern derselbe besitzt einen thermalen Zufluss, welcher nur von einer aufsteigenden Quelle hervorrühren kann. Diese hier hervortretenden Wasser müssen von einem höheren Theile der Mulde in das Gebirge hinein und in Folge der Schichtenbiegung hier wieder heraufgeleitet werden. Wirklich beginnt mit der benachbarten Passhöhe der Hauseck der südliche Längenflügel der Mulde mit nördlichem Schichtenfalle. Der Grimsel-See hat eine konstante Temperatur von $+ 8^{\circ}$ C. So fand ihn Agassiz⁴³⁾ während mehrerer sehr kalter Tage, an welchen die Temperatur der Luft dort oben nie über $+ 5^{\circ}$ stieg, allnächtlich aber um mehrere Grade unter den Gefrierpunkt sank. Im Winter gefriert er nie; durch die Menge des fallenden Schnee's oberflächlich zugedeckt, bleibt das Wasser darunter lebendig, thaut den Schnee von unten ab, so dass die, oft bis zu 12 Schuh dicke, Schneeschicht ein Gewölbe über dem Wasserbecken bildet⁴⁴⁾. Die diesen See speisende Therme, in 1868 Meter Meereshöhe, entspringt nur etwa 400 Fuss höher, als die Rhodan-Quellen, rührt aber offenbar aus einer minder tief hinabreichenden Schichtenlage der Mulde und erreicht deshalb eine so viel geringere Temperatur. Das Hervortreten dieser Thermen allein wäre schon genügend, um die „Fächerstruktur“, auch wenn diese sonst vorstellbar wäre, hier zu widerlegen.

Noch oberhalb des Grimsel-Spitals setzt das vertikale Fallen der Schichten bis über die Passhöhe hinüber fort. Gleich an der Hauseck freilich beginnt deutlich eine Neigung gegen Nord hervorzutreten, welche auch an der den Ober-

⁴³⁾ Études sur les glaciers, p. 216.

⁴⁴⁾ Désor: Agassiz's geolog. Alpenreisen, deutsch von Vogt, p. 270.

aar-Gletscher südlich einfassenden Kette, von den Strahlhörnern bis zum Sidelhorne, stellenweise schon entschieden bemerkbar ist, jenseit dieser Kette aber, am Abhange gegen das Gombs-Thal, so allgemein sich darstellt und abwärts immer flacher in den Berg einschiesst.

B. Die Gotthards-Mulde.

Beim Urner-Loche, am östlichen Ende des eigentlichen Urseren-Thales, greift der gegen dieses Thal ausgehende Längenflügel der Gotthards-Mulde über die Thallinie hinüber. Es finden sich schon hier steil südwärts fallende Gneuss-Schichten, deren unmittelbares Verhalten zu dem Gneusse und Granite der Grimsel-Mulde bisher nicht zu entziffern war, weil in der engen Reuss-Schlucht und zu beiden Seiten die Stratifikation nicht zu erkennen ist. In dem Gneusse befindet sich, gleich beim Ausgange aus dem Urner-Loche im Urseren-Thale, eine nicht sehr beträchtliche Zwischenlage von weissem, körnigem Kalksteine — „Urkalkstein“ nach Ebel⁴⁵⁾ — welchen Studer⁴⁶⁾ als die östliche Fortsetzung des freilich ganz entgegengesetzt fallenden und auch in anderer Gesellschaft lagernden schwarzen Kalkschiefers vom Fusse des Betzberges betrachtet. — Am eigentlichen St. Gotthards-Passe — welcher von Urseren-Andermatt nach Airolo hinüberführt — aufwärts steigend, überschreitet man überall fast rein südwärts fallende Schichten. Die Kalk-Bildungen, welche am Fusse des Betzberges aufgeschlossen sind, kommen hier nirgend zu Tage. Zu der Behauptung, dass sie mangeln, ist man gleichwohl nicht berechtigt, da das rechte Gehänge des Urseren-Thales an seinem ganzen unteren Theile mit Schuttmassen bedeckt ist, welche keinen Einblick in die anstehenden Schichten gestatten. Ebel freilich giebt auch hier, über Urkalkstein, Urthonschiefer, dann Topfstein, Glimmerschiefer, Talkgesteine und endlich Gneuss an. Studer möchte die „grünen“, ein Gemenge von Hornblende und

⁴⁵⁾ Über den Bau der Erde im Alpengebirge, I, p. 107.

⁴⁶⁾ Geologie, I, p. 179.

Chlorit darstellenden Schiefer, welche in der Nähe von Andermatt an der Strasse in Anbrüchen entblösst sind, der „hier durchstreichenden, aber meist bis zum Unkenntlichen veränderten Kalk - Zone“ zurechnen. Noch bestimmter könnte man eine solche Vertretung gelten lassen in Betreff der Serpentin- und Topfstein-Massen, welche als eine Zone, freilich nur von losen Blöcken, aber allem Anscheine nach auf dem Ausgehenden eines anstehenden Lagers der gleichen Gesteine, vom Ausgange der Unteralp bis zu den Wylerstuden zwischen Zum Dorf und Realp etwas höher an demselben Thalgehänge verbreitet sind. Denn diese Blöcke sind durch und durch erfüllt mit Beweisen, dass Topfstein und Serpentin aus Dolomit mit Amphibol-Büscheln entstanden sind⁴⁷⁾.

„Zunächst oberhalb Hospital (Hospenthal) erscheint ein sehr entschiedener, bräunlich-grauer Glimmerschiefer, zuweilen mit vorherrschendem Quarz, unter etwa 70° südwärts fallend, und aus demselben Gesteine bestehen wohl auch die Felsen, zwischen denen hier die Reuss hindurch fliesst.“ — „Aufwärts nach dem Gemsboden zu folgt nun bald deutlicher Gneuss, zum Theil dem Granit sich nähernd, und hält an bis zum letzten Ansteigen, wo das Gestein in Glimmerschiefer zurückfällt. Das Fallen aber bleibt stets nach Süd, um so steiler, je mehr man sich der Höhe nähert. Auf der Fläche der Gotthards-Seen tritt man ein in das Gebiet des eigentlichen Gotthards-Granites, der auch, zum Theil in dicke, polyedrische Blöcke zerfallen, die Gipfel der Fibia und Prosa bildet. Die Felsart erscheint massig, zeigt jedoch im Grossen eine Zerklüftung in vertikal stehende, von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 6) streichende Tafeln. Weisser oder gelblicher krystallinischer Feldspath, zuweilen in grossen Zwillingen, schwarzer Glimmer, verwachsen und bedeckt mit silberweissem Glimmer, und feinkörniger krystallinischer Quarz, einem ohne Zäment verbundenen Quarzsandsteine ähnlich, sind die Bestandtheile, die nur hie und da, wo der Glimmer in stärkerem Verhältnisse sich einmengt, Neigung

⁴⁷⁾ Volger: Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Talkglimmer-Familie u. s. w. 490 ff.

zu gestreifter Anordnung zeigen"⁴⁸⁾. Gneuss bildet den Grat der Sella; aber dieser „Gneuss“ ist durch und durch kalkig, ja zum Theil fast reiner Kalkstein, wenngleich meistens schon ganz erfüllt mit Sphen- und mit Periklin-Krystallen; es ist das Gestein, welches mir die vollkommensten Beweise einer Substitution des Feldspath-Gesteines für Kalzit-Gestein darbot⁴⁹⁾. — Das Gestein des Schipsius und der Taneda, welche mit der Sella auf gleicher Streichungslinie liegen, bezeichnet Lardy⁵⁰⁾ als Glimmerschiefer, Gneuss und Gneuss-Granit mit nordwärts gerichtetem Fallen, in völliger Gegenstellung zu den analogen Gesteinen auf der Seite des Urseren-Thales. Entsprechend beobachtete auch Studer⁵¹⁾. „Steigt man am Südabfall des Gotthard gegen Val-Tremola hinunter, so stellt sich bald wieder wahre Gneussstruktur ein, aber die Straten fallen nun steil gegen Nord. Dann treten, in der Mitte etwa des Abhangs, Hornblendegesteine hervor, welche den tiefer durchstreichenden Dolomit überlagern, und man hat, bevor man noch den Fuss des Berges und Airolo erreicht, bereits die südliche Gränze der zentralen Gneuss-Masse überschritten.“ Über der Zone des schwefelsauren Kalkes, des Dolomites und körnigen Kalksteins, welche selber mit Gneuss und Glimmerschiefer wechseln, notirte schon Ebel⁵²⁾ Glimmerschiefer, Hornblendschiefer und schiefrigen Syenit in vielen Abänderungen und mit grossen und kleinen Granaten. Lardy beobachtete, wie wir später sehen werden, in der Streichungslinie des Dolomites und zum Theil mit diesem, in unbestimmten, mannigfach wechselnden Unterteufungsverhältnissen, Kalkschiefer, dem der Furka und des Nufenen-Passes zu vergleichen, körnigen Kalkstein und schwefelsauren Kalk und in Wechsellagerung mit diesem wieder Glimmerschiefer. Das Val-Bedretto — das Tessin-Thal, soweit es von Südwest gen Nordost

⁴⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 195.

⁴⁹⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellschaft in Zürich, 1854, p. 279 ff. — Leonhard und Bronn.: Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1854.

⁵⁰⁾ Leonhard: Geolog. Atlas.

⁵¹⁾ Geologie, I, p. 196.

⁵²⁾ Alpengebirge, I, p. 107.

läuft — mit seiner Fortsetzung im Val-Canaria ist ein Seitenstück zum Urseren-Thale und zeigt in seinem Grunde vollkommen antiklinale Schichten von Kalkstein, Dolomit und Gyps, welche nordwärts unter den St. Gotthard, südwärts unter die Punta-di-Vespero einfallen.

Kehren wir jedoch zunächst zurück in das Urseren-Thal. Gegen Osten setzen die Schichtungsverhältnisse des St. Gotthards fort über die Oberalp und weit nach Graubünden hinein bis gegen Lumbrein, einen westlichen Nebenarm des Lugnetz-Thales, wo die Gotthards-Mulde zu endigen scheint. Ich wage nicht, ohne eigne Anschauung jener Gebirgsgegend, nach den nur spärlichen Angaben der Beobachter über die Schichtungsverhältnisse des Sumvix-Thales ein bestimmtes Urtheil zu fällen. Die Kalk- und Schiefer-Bildungen, welche am Fusse des Betzberges anstehen, beginnen bereits im Tavetsch-Thale in beträchtlicher Ausdehnung wieder hervorzutreten, und ihre Mächtigkeit wächst weiter gegen Osten, wo sie, nach Studer's Angabe, im Lumbrein gegen Südost um den St. Gotthards-Wall sich herumziehen und am Piz-Disrut, bereits gegen Südost von diesem Walle abfallend, gegen die Greina hinstreichen.

Über Zum-Dorf und Realp hinaus westwärts gegen die Furka scheinen nach allen, freilich immerhin nur spärlichen Anzeichen die über Hospital herrschenden Lagerungsverhältnisse in unmittelbarem Fortstreichen gegen Westsüdwest anzuhalten. Über die Lagerungsverhältnisse des Mutt-Thales, hinauf zum Weitenwasser-Gletscher, sowie über die des Mutthorns und des schon gegen Wallis hinabsteigenden Lang-Gletschers, auch über die des durch schöne Orthoklas-Krystalle ausgezeichneten Geren-Thales, des obersten, wenigstens zeitweise bewohnten Nebenthales von Gombs, finde ich nirgend Beobachtungen verzeichnet. Mir schien in der Höhe ein allgemeines Fallen der Schichten in den Berg, gegen Südost und Ostsüdost, zu herrschen; doch urtheile ich nur nach dem Anblicke dieser Gebirgsgegend, welchen man vom Furka- und Grimsel-Passe aus genießt. Im Thalgrunde und in den tieferen Berggehängen ziehen sich vom Hungerberge, der linken Wand der Rhodan-Schlucht unterhalb des Gletschers, die vertikalen Schichten der mannigfaltigen krystal-

linischen Silikat-Gesteine durch das Geren-Thal zum Eginen-Thale fort. Im Gombs-Thale herrscht auf der linken Seite des Rhodan, soweit nicht die Schichten vertikal stehen, ein steiles südöstliches Einfallen derselben in den Berg. So von Unterwasser, am Eingange des Geren-Thales, nach Zum-Loch, am Eingange des Eginen-Thales (Val-d'Aigesse).

Urkalkstein, Topfstein, Glimmerschiefer zu beiden Seiten des Thales verzeichnet bei Obergestelen Ebel⁵³⁾. Andere Beobachter haben den Kalk- und Topfstein auf der linken Seite nicht bemerkt. — Bevor man von Obergestelen nach Zum-Loch gelangt — ein Weg von 20 Minuten — lässt man linker Hand Felsen von glimmerigem Quarze, welche in fast vertikalen Schichten von Nordost gen Südwest streichen, wie die Axe des Gombs-Thales. Sie weichen von der Vertikalstellung ein wenig ab, indem sie sehr steil gegen Süden fallen⁵⁴⁾. Beim Eingange in's Eginen-Thal, in welchem man den, anfänglich gemeinsamen, Saumpfad zum Nufenen-Passe (in's Bedretto-Thal) und zum Gries-Passe (in's Formazza-Thal) verfolgt, schneidet die Egina die Schichten, welche ganz wie die vorher erwähnten gestellt sind⁵⁵⁾. Man sieht sie am rechten (östlichen) Ufer der Egina anstehen und von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 6) streichen und unter 55° südwärts einfallen⁵⁶⁾. Lardy bezeichnet das Gestein als Glimmerschiefer, jenseit der Egina aber als Gneuss; hier ist das Fallen auch vertikal. Der schöne Fall der Egina, 12 bis 15 Minuten über Zum-Loch, zernagt ebenfalls vertikale Schichten⁵⁷⁾, nach Lardy Gneuss-Schichten, welche, wo man die Egina wieder überschreitet, das Flussbett durchschneiden und ein wenig nordwärts fallen⁵⁸⁾. Einige Minuten höher befindet sich links über der Egina ein Topfstein-Bruch. Der durch dolomitische Überreste, welche zwischen den Talkglimmerblättchen vorhanden sind, mit

⁵³⁾ Alpengebirge, I, p. 106.

⁵⁴⁾ Saussure: Voyages, III, p. 487, §. 1723.

⁵⁵⁾ Ebendasselbst, p. 488.

⁵⁶⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 148.

⁵⁷⁾ Saussure a. a. O.

⁵⁸⁾ Lardy a. a. O.

Säuren schwach brausende Topfstein besteht aus eigentlichem Talkglimmer und aus Chlorit, und enthält Pyrit-Krystalle. Seine sehr welligen Schichten streichen von Ostnordost gen Westsüdwest und stehen im Allgemeinen vertikal. Sie sind oft mit Chloritschiefer-Lagen, grünem Talkschiefer nach Saussure, verwachsen und wechseln mit sehr feinblättrigen Gneuss-Schichten⁵⁹⁾. Bei einem anderen Falle der Egina, eine kleine Viertelmeile höher, findet sich im Gneuss schöner Strahlstein. Der Gneuss ist sehr glimmerreich und dünnblättrig, seine Schichten stehen vertikal und streichen von Nordost gen Südwest⁶⁰⁾. Nach Ebel treten hier Glimmer- und Hornblendeschiefer mit Granaten auf⁶¹⁾. Nach einstündigem Ansteigen gelangt man in ein enges Thälchen, in welchem auf beiden Seiten Gneuss mit grossen Feldspath-Krystallen ansteht, dessen fast vertikale Schichten schwach nordwärts geneigt stehen. Das Gestein ist ein gneussartiger Granit (granit veiné) und sehr zerklüftet⁶²⁾. Derartige Granitgneusse folgen, mit immer gleich bleibendem, ziemlich vertikalem Fallen, bis zur Theilung des Pfades der beiden Pässe. Nahe vor der Theilung, in einer Schlucht, streichen die Gneuss-Schichten noch von Nordwest gen Südost (hora 5) und fallen schwach nordwärts. Nach Hugi's Auffassung beginnt, alsbald über der Gegend der erwähnten strahlsteinführenden Schichten, „das Gebirge, eigenthümliche Formen anzunehmen; die Gebirgsstücke runden sich ab und scheinen, von Weitem angesehen, an Granit zu erinnern; allein oft in senkrechten Flügen treten Rudimente geregelter Schichtung ein, und dann ist wieder die Masse ausserordentlich zerklüftet und ruinenähnlich aufgebaut, ohne jedoch gezackte Hörner zu bilden. Die ganze Form des Gebirges spricht so weder für ächten Granit, noch für Glimmerschiefer und Gneuss, sondern für ein eigenthümliches Gebilde“⁶³⁾. Hugi nennt dasselbe Porphyrgneuss. Der Glimmer ist in demselben mehr nach Flächen angeord-

⁵⁹⁾ Saussure: Voyages, III, p. 488. 489, §. 1724. 1726.

⁶⁰⁾ Saussure a. a. O.

⁶¹⁾ Alpengebirge, I, p. 106.

⁶²⁾ Lardy a. a. O.

⁶³⁾ Hugi: Alpenreise, p. 287—289.

net, als im Granite; diese Flächen sind sehr vielfach wellenförmig gewunden und gebogen, so dass es schwer halten würde, eine ebene Fläche von nur drei Quadratzollen zu finden. Der Quarz ist wenig ausgezeichnet, grauweiss, körnig und zwischen die Glimmerflächen vertheilt. Der Feldspath hingegen bildet abgerundete Knauer, die oft drei Zoll im Durchmesser halten und aussen mit Glimmer umhüllt, im Bruche rissig, muschlig, selten körnig, bei einiger Grösse aber sehr bestimmt späthig sind, grauweiss, mit Glasglanz, „glasigem“ Feldspathe ähnlich. Aus diesem Porphyrgneusse besteht die Hauptmasse des Gebirges bis gegen den Gries-Gletscher, obwohl es auch nicht an wohl charakterisirtem Granite und regelmässig geschichtetem Gneusse dazwischen fehlt ⁶⁴⁾.

Nachdem sich der Pfad getheilt hat — wir folgen zunächst dem Nufenen-Pfade, um durch das Bedretto-Thal den Gegenflügel der Gotthards-Mulde bis zu seinem östlichen Ende zu begleiten — tritt, noch unterhalb des nun bald beginnenden Schnee's, Gyps hervor, in vertikalen Schichten, welche von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 6) streichen. Oberhalb dieses Gypses liegt ein Schiefer, demjenigen durchaus ähnlich, welcher an der Brücke von Grengiols sich findet. Lardy bezeichnete ihn auch hier früher als Thonschiefer ⁶⁵⁾, später jedoch richtiger als grauen talkigen Schiefer mit Pyrit-Würfeln ⁶⁶⁾. Weiter aufwärts enthält dieser Schiefer Knoten, welche für Granate gehalten werden, und noch zweifelhaftere, meist mit Staurolith verglichene, übrigens in sehr unvollkommenem Zustande befindliche Körper. Er bildet die herrschende Gebirgsart bis über den Pass und auf dem italienischen Abhange bis zum Bergfusse ⁶⁷⁾. Aber seine Beschaffenheit ist keineswegs von Schicht zu Schicht gleich. Er ist grossentheils reich an Kalk, ja, der Kalk, meist magnesia- und eisenhaltig, waltet häufig vor; auch wahre Dolomit-Schichten treten auf, welche weissen oder gelblichen Sand-

⁶⁴⁾ Hugi: Alpenreise, p. 287—289.

⁶⁵⁾ Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 150.

⁶⁶⁾ Denkschriften der schweiz. Naturf. Gesellsch. I, I. 1833. p. 230.

⁶⁷⁾ Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 150.

steinen ähneln ⁶⁸⁾. Die dolomitischen Kalk-Schichten sind meist quarzhaltig, ja, zum Theil sehr quarzreich. So die Schichten, in welchen sich die vermeintlichen Granat- und Staurolith-Krystalle finden. Diese Schichten haben aber noch ein besonders wichtiges Interesse, indem sie aus weissem Kalkspath bestehende, oft mehrere Zoll lange, unverkennbare Belemniten enthalten, ein Vorkommen, welches diesen Punkt seit der Reise v. Charpentier's und Lardy's im Jahre 1814 berühmt gemacht hat. Lardy nennt das Gestein, worin sie sich befinden, einen thonigen und glimmerigen Kalkschiefer, welcher grosse Ähnlichkeit habe mit gewissen Glimmerschiefern, und bemerkt, dass dieser Kalkschiefer wechsele mit Schichten von körnigem Kalke, die dem Anscheine nach weder Belemniten noch sonstige Spuren von Organismen enthalten ⁶⁹⁾. „Die Grundmasse dieser Steinart, welche in Blöcken von der südlichen Felswand herabstürzt, besteht aus einem schwarzen, fein- und verwachsen-blättrigen Thonglimmerschiefer. Reinere, 1 bis 2 Dezimeter dicke Streifen wechseln mit gleich dicken voll kleiner Knöpfchen, welche unvollkommen ausgebildeter Granat zu sein scheinen, und in diesen knotigen Streifen vorzugsweise kommen die Belemniten vor. In einigen Streifen, worin ich indessen keine Belemniten sah, ist der Granat deutlich entwickelt und mit ihm ein prismatisches, staurolithähnliches Mineral mit krystallinischer Spaltbarkeit, welches näher zu untersuchen ist. An der verwitterten Aussenfläche treten die Granate und Prismen dicht gedrängt reliefartig hervor.“ So schildert Studer das merkwürdige Vorkommniss ⁷⁰⁾. Scheerer wies nach, dass das Gestein, neben 48% kohlensaurer Kalkerde, 8% kohlensaurer Magnesia und 3% kohlensaurer Eisenoxyduls, 40% Quarz nebst etwas Kohle und Bitumen enthalte ⁷¹⁾, und wollte es quarzreichen Dolomitschiefer nennen; jedoch darf man es wohl richtiger nur als quarzreichen dolomitischen Kalkstein bezeichnen.

Die Schiefer des Nufenen-Passes bilden gleichsam ein Vermittlungsglied zwischen den Kalkschiefern des Urse-

⁶⁸⁾ Denkschriften der schweiz. Naturf. Gesellsch. I. I, p. 242.

⁶⁹⁾ A. a. O. p. 242. 273.

⁷⁰⁾ Geologie, I, p. 375.

⁷¹⁾ Leonhard und Bronn: Neues Jahrbuch. 1854. p. 43.

ren-Thales und der Furka und den „grünen“ Schiefern, welche im Gombs-Thale zwischen Niederwald und Viesch, sowie unter Deisch und bei der Brücke von Grengiols anstehen. Nicht allein, dass das Gestein theilweise mit letzteren — den von Quarzadern durchzogenen und Zwischenlagen und Knauern von Quarz als Metasomatosen von Dolomit enthaltenden grünen Chloritschiefern — die vollkommenste petrographische, theilweise mit den Schiefern der Furka eine nicht bloß petrographische, sondern auch durch das Vorkommen der Belemniten unterstützte Ähnlichkeit besitzt, sondern es erscheinen am Nufenen auch wahre petrographische Vermittlungsglieder. Gewisse körnige schiefrige Kalkschichten enthalten Dolomitspath in Adern, in Zwischenlagen und in Knauern, ebenso aber tritt auch hier schon der Quarz auf, und manche Kalk- oder Dolomit-Lagen sind so reich an Quarz, dass dieser vorherrscht. Dabei sind nun vollends alle Schichtungsflächen mit Glimmerblättchen bedeckt, oft wellig und mannigfach gekrümmt.

Nach Studer stehen auf der Westseite des Nufenen, vom Eginen-Thale herauf, die schwarzen Belemniten-Schiefer vertikal neben dem ebenfalls vertikalen Gneusse, Dolomite und Gypse. Auf der Höhe des Passes fehlen Dolomit und Gyps zwischen dem Gneusse und dem, hier unmittelbar an ihm liegenden, schwarzen Schiefer, und das Fallen ist steil südwärts gerichtet.

Dieselben, oft mit talkigen oder chloritischen Schiefern wechselnden Kalkschiefer halten in ihrer steilen Stellung, die sich aber mehr und mehr in nordwärts geneigtes Fallen umwandelt, bis zum Col von St. Giacomo an, welcher vom Val-Bedretto in's Val-Formazza führt, woselbst das Fallen ein flacheres nordwärts gerichtetes wird. Dieselben nehmen hier also in der vollständigsten Weise Theil an der „Fächerstellung“, während doch die Theorie der plutonistischen Fächerstruktur auch nicht die entfernteste Anwendung zu finden vermag. Es ist erforderlich, dass man solchen Thatsachen gegenüber die Augen vollständig verschliesse, um nicht zu der Erkenntniss zu gelangen, dass die Fächerstruktur, wenn man sie nicht als komprimierte Mulde auffasst, ein theoretischer Aberwitz ist.

Ostwärts streichen auf der Südseite des Nufenen die Schiefer in das Bedretto-Thal hinein, in welchem sie, mit nordwärts unter das Gotthards-Gebirge gerichtetem Fallen, anfänglich nur in geringer, gegen Airolo zu aber in grosser Breite auftreten. Am Fusse des rechten Thalgehanges von Val-Bedretto fallen sie entgegengesetzt, südwärts, unter das Tessiner-Gebirge. Am linken, nördlichen Thalgehänge ziehen sie vom Bedretto durch das Canaria-Thal über den Col d' Uomo und Lukmanier zum Skopi, dessen Grat sie mit ebenso ausgezeichnet nordwärts einschliessendem Fallen zeigt, wie es am ganzen Fusse des Gotthards-Walles, in Val-Bedretto und Canaria waltet. Bei Fontana, oberhalb Airolo, und am Lukmanier finden sich in den Schiefen Belemniten, wie auf dem Nufenen ¹²⁾.

Die soeben in ihrem Streichen verfolgte Kalk-Zone längs dem Südfusse des Gotthard, welche als unmittelbare Fortsetzung der Nufenen-Schiefer erscheint, stimmt zwar stellenweise in der petrographischen Beschaffenheit ihrer Schichten mit den schwärzlichen Kalkschiefern am Fusse des Betzberges und auf der Furka vollkommen überein, allein vorherrschend zeigen sich hier, und zwar je weiter gegen Osten, desto mehr, körnige Kalke und Dolomite und grossentheils Massen schwefelsauren Kalkes, Anhydrit und Gyps. Die schwarzen Schiefer, deren „Steinart überall dieselbe“ bleibe, wie auf dem Nufenen, bezeichnet Studer als „schwarzen, schimmernden, verwachsen, feinschuppigen Thonschiefer (sic!), rein, oder mit Granatknötchen, und mit Einlagerungen von schwarzem körnigen oder schiefrigen Kalke, zuckerartigem Dolomite und Gypse“ ¹³⁾. Der körnige Kalk und der Dolomit sind überall trefflich geschichtet, theilweise in dünnen, fast schiefrigen Lagen, theilweise dagegen in Bänken von 1 bis 2 Fuss. Beim Dolomite verschwindet allerdings die scharfe Trennung der Schichten hie und da, und das Gestein erscheint massig. Ausserordentlich häufig ist die Fläche der Schichten mit Talkglimmer, auch mit anderen, als Pseudomorphosen nach diesem zu betrachtenden

¹²⁾ Studer: Geologie, I, p. 376.

¹³⁾ Ebendas. p. 375. 376.

Glimmerarten bekleidet. Manche Lagen sind reich an Amphibol-Krystallen; bekannt sind die herrlichen Garben von sogenanntem Tremolite, welche hier ihre Heimath haben. Stellenweise ist das Gestein reich an Quarz, theils in kleineren Körnern, theils in beträchtlichen Parteen, und in Drusen kommen prächtige Krystalle desselben vor. In reichlicher Menge finden sich in dieser Gebirgsgegend in den Gesteinen die deutlichsten Beweise, welche darthun, dass die Amphibol-Garben im Kalke sich gebildet haben, dass der Dolomit ein Umwandlungsprodukt des Kalkes, dass der Talkglimmer im dolomitischen Kalzite und im Dolomite entstanden ist und Pseudomorphosen theils nach den Karbonspathen, theils nach den Amphibol-Büscheln darstellt, dass endlich der Quarz für Kalzit und Dolomit sich substituirt hat⁷⁴⁾. Diese Verhältnisse, verglichen mit denjenigen, welche oben bereits in Betreff der Topfsteine des Urseren-Thales erwähnt sind, lassen uns jedenfalls schon einen bedeutenden Blick in die Metamorphosen thun, welche mit den Gesteinen dieser Gebirge vorgegangen sind. Erinnern wir uns vollends an die Substitution der Feldspathe für Kalzit, so wird es uns nun auch nicht mehr räthselhaft sein, die Amphibol-Garben, minder oder mehr verändert, besonders grün und schwarz (dunkelgrün) geworden, oder Chlorit-Pseudomorphosen in der Form derselben, in Feldspath-Gesteinen, in Glimmerschiefer, Gneuss und Granit anzutreffen, wie dies eben in den höheren Theilen des Gotthards-Gebirges sehr häufig ist, ja, wenn wir überhaupt alle die Krystalle, welche in körnigem Kalke und im Dolomite vorzukommen pflegen, und insbesondere die Granate und Staurolithe der Nufenen-Schiefer, ganz analog, freilich in mehr oder minder verändertem Zustande und oft nur Pseudomorphosen in ihrer Form, im Talkschiefer, Chloritschiefer, Glimmerschiefer, in dem so lange für Talkschiefer gehaltenen, in der That aber eine Pseudomorphose von Feldspath nach den Talkblättchen eines solchen darstellenden Paragonitschiefer, in Quarzit, in Gneuss, in Granit antreffen.

⁷⁴⁾ Vergleiche meine Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Talkglimmer-Familie etc. 1855.

Den schwefelsauren Kalk als ein Umwandlungsprodukt des Kalzites zu betrachten, ist man schon lange gewöhnt. Ebenso geläufig ist die Auffassung der Bildung des Gypses aus dem Anhydrite. Interessant ist der Umstand, dass auch die Schichtungsabsonderungen des Anhydrites und Gypses häufig mit Talkglimmer- und anderen Glimmerblättchen bedeckt sind, wie die des körnigen Kalkes, und dass selbst in kompakten Gyps-Massen eine schichtenweise Vertheilung dieser Blättchen die deutlichsten Spuren der früheren Schichtung bewahrt. Die Umwandlung des kohlensauren Kalkes in schwefelsauren muss somit erst nach der Bildung dieser Blättchen erfolgt sein.

Man findet den schwefelsauren Kalk, nachdem man ihn am westlichen Abhange des Nufenen-Passes verlassen hat, ostwärts lange nicht wieder, indem der obere Theil des Bedretto-Thales wegen der alles Gestein bedeckenden Schutt- und Rasendecke keine Gelegenheit zur Beobachtung darbietet. Erst bei Villa erscheint am linken Ufer des Tessin ein mächtiges Lager von schwefelsaurem Kalk, welches sich weithin in der Streichungslinie des Gebirges verfolgen lässt, ohne dass eigentliche Lagerungsverhältnisse zu ermitteln wären. Über demselben herrscht jedoch Dolomit und über diesem folgen Glimmerschiefer mit Granat-Krystallen und Amphibol-Büscheln. Auf dem rechten Ufer des Tessin begleiten diesen Zug von schwefelsaurem Kalk mächtige, südwärts unter das Tessiner-Gebirge einfallende Dolomite. — Sehr mächtig tritt der schwefelsaure Kalk im Val-Canaria auf. Er bildet hier zwei beträchtliche Lagermassen, welche den Grund des ganzen Thales einnehmen und die Richtung desselben schief durchstreichen. Sie sind geschieden durch ein Lager zuckerkörnigen Kalkes. Glimmer von gelblicher Farbe ist in parallelen Lagen durch das ganze Gestein verbreitet. Die Schichtung ist dadurch ziemlich deutlich, das Streichen folgt der siebenten Stunde — von West gen Ost —, das Fallen ist unter 75° nordostwärts gerichtet¹⁵⁾. Beide Lager erscheinen im Canaria-Thale als eine Zwischenlage im Glimmerschiefer-Gebirge, besonders als überlagernde

¹⁵⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1815. p. 13.

Masse lässt sich Glimmerschiefer vielfach beobachten. Am Eingange in das Thal beobachtete Lardy in einem zur Linken aufsteigenden Schlunde die Auflagerung eines grauen Glimmerschiefers, welcher Granate einschliesst und mit Quarz-Zwischenlagen wechselt; seine Schichten streichen von West gen Ost und fallen unter 45° nordostwärts ⁷⁶⁾. Oberhalb Airolo, im Engpasse von Stalvedro, liegt zwischen dem oberen Lager von schwefelsaurem Kalke und dem Glimmerschiefer eine mächtige Dolomit-Lage und ebenso liegt hier Dolomit über dem unteren Lager von schwefelsaurem Kalke. Im Ganzen steigt die Mächtigkeit des letzteren Gesteines hier auf etwa 1000 Fuss; sein Profil ist eine halbe Wegstunde lang. — Auch östlich vom Canaria-Thale, im Val-Piora, tritt dasselbe Gestein wieder auf und ebenso am Lukmanier, im Thale von S^a. Maria, und auch hier ist es grossentheils Anhydrit ⁷⁷⁾.

Der „schwarze thonige Kalkschiefer“, das Gestein vom Nufenen und von der Furka, findet sich auch auf dem Gipfel des Skopi wieder, bedeckt von Glimmerschiefer und begleitet von gelblichem körnigen Dolomite ⁷⁸⁾.

Wir kehren zurück in's Thal der Egina, zu dem Punkte, wo der Pfad des Gries-Passes von dem des Nufenen sich scheidet. Die Granitgneusse mit ziemlich vertikalem Fallen halten auf dem Gries-Pfade an bis zum Gries-Gletscher. Hier aber beginnen sie deutlich, sich zu neigen und, indem sie sich gegen Südost überlehnen, gegen Nordwest einzuschiessen ⁷⁹⁾. Hugi's Angaben über diese Gesteine, welche er Porphyrgneuss nannte, sind oben bereits mitgetheilt. Im hintersten Winkel des Eginen-Thales, bei den Sennhütten, treten jedoch Glimmerschiefer auf, mit Granaten und gelben Quarzadern; die Schichten stehen senkrecht und streichen von Nordost gen Südwest. Dann steigt man steiler aufwärts zwischen zwei jähren Felshörnern, zwischen „Thonschiefer“ und abermals Glimmerschiefer mit gelben

⁷⁶⁾ A. a. O. p. 14.

⁷⁷⁾ Denkschriften d. schweiz. Naturf. Gesellsch. I. II, p. 250 ff.

⁷⁸⁾ A. a. O. p. 273, Anmerkung.

⁷⁹⁾ Saussure: Voyages, III, p. 489, §. 1726.

Quarzadern. Nun gelangt man zur Höhe vor dem Gletscher. Hugi untersuchte das Gebirge in dem sehr jähem Ansteigen vom Gries-Gletscher auf den Nufenen-Pass. „Das Tiefste, was ich auf diesem Abhange entdecken konnte, ist ein ausgezeichneter Syenit, in dem nach unten die Hornblende so zunimmt, dass das Gestein ein Aggregat von zusammengehäuften, zerdrückten Hornblende-Krystallen wird. Zwischen diese Gebilde und den zuvor durchschnittenen Porphyrgneuss stellt sich aber, beinahe senkrecht, eine ganze Reihe kalkiger Schichten. Die erste davon, welche, nördlich an jenen Syenit gestellt, ihn etwas überlagert, ist ein feiner Glimmerschiefer mit eingesprengten Häufchen grösseren Glimmers, deren Blättchen, meist oval, zu niederen Säulen auf einander liegen. Plötzlich aber geht das Gebilde in Kalk über, so dass die eine Fläche der Schicht aus grünem Glimmer, die andere aus gelbem Kalk besteht — ein Verhältniss, welches sehr an das oben nach Saussure vom dolomitischen Topfsteine und Chloritschiefer beschriebene erinnert. — Eine Trennungsfläche ist zwischen beiden nicht zu entdecken. Stellenweise ist nun dieser Kalk ziemlich unverändert, etwas schiefrig und gekörnt; in diesem Falle enthält er nicht die geringste Spur von eingesprengtem Glimmer. Tiefer aber in der gleichen aufgestellten Schicht ist derselbe, neben dem ebenfalls heller gewordenen Glimmer, in Dolomit umgewandelt. Hier ist zugleich die ganze Kalk-Masse sehr reichlich mit jenen Glimmer-Häufchen durchsprengt. Die folgenden Schichten werden nun zu Blasenkalk, zu Halbdolomit — Hugi bezeichnete so die zellige Rauchwacke — der in der Höhe des Tobels ganz zerfressene Köpfe ohne eigentliche Schichtung bildet. Zwischen jenem Dolomite und jenem Blasenkalke zeigt sich eine Mittelstufe, die durch eingesprengte Talkblättchen sich auszeichnet. Auf dem Nufenen finden sich gewaltige Massen eines rhomboidal brechenden Lias — wir erinnern uns, dass Hugi die Schiefer des Betzberges im Urseren-Thale als Lias bezeichnete — der meist sich schiefert, sehr eisenhaltig ist und manches näher zu Untersuchende einschliesst“ ⁸⁰⁾).

⁸⁰⁾ Alpenreise, p. 289. 290.

Die Felsen am Gries-Gletscher enthalten nach Saussure⁸¹⁾ folgende Gesteinsarten. Zuerst glimmerschieferähnlicher Gneuss, schwärzlich mit rothen Granaten, stellenweise sehr schiefrig und mit deutlichen Glimmerblättchen, stellenweise dagegen so dicht, dass Saussure ihn zuerst für Basalt hielt, in welchem ihn dann freilich die auch hier nicht fehlenden Granate und weisser Quarz nicht wenig überraschten. Dann grünlichgrauer oder weisslichgrüner Gneuss mit Glimmerblättern, welche auffallenderweise zur Schieferungsfläche normal stehen, alle von hexagonalem Umriss. Dann ein Gneuss mit grossen Feldspath-Krystallen in Form von Knauern. Indem man auf dem Gletscher ansteigt, findet man einige Schichten von gelblichem Glimmerschiefer, mit Quarz- und Kalk-Theilchen gemengt. Höher folgen wieder die schwarzen granatführenden Gneuss-Schiefer. Ihre Schichten stehen vertikal und streichen von Ostnordost gen Westsüdwest. Bemerkenswerth ist das Vorkommen eines jener Gesteine, welche Saussure als „granit secondaire“ zu bezeichnen pflegte, nämlich eines granitähnlichen Gemenges, welches, wie jener, Quarz und Glimmer, aber, statt des Feldspathes, noch Kalkspath enthält. Nach den oben bereits gegebenen Andeutungen ist dieses Gestein wohl zu verstehen und von grossem Interesse. Überhaupt ist das Profil des Gries durch die schlagenden Belege für die Entwicklungsgeschichte der Felsarten sehr ausgezeichnet; man verfolgt ein und dasselbe Mineral durch die verschiedensten Zustände der dasselbe einschliessenden Schichten, vom Kalk bis zum reinen Silikat-Gemenge, und durch die verschiedenen Umwandlungsstadien, welche es selber dabei durchschreitet. Hugi beschreibt das Profil des Gries-Gletschers näher. In dem südlichen Tobel, welches vom Altstafel hinauf zum Gletscher ansteigt, geht die ganze Bildung des nahen Faulhorns, nur weniger emporgehoben, zu Tage aus; die Schichten lassen, unmittelbar in jene des Faulhornes auslaufend, sich verfolgen; am Faulhorne aber sind die Verhältnisse am Besten zu übersehen. Jene ausgezeichneten Glimmerhäufchen, wie unter dem Nufenen, finden sich auch hier

⁸¹⁾ Voyages, III, p. 492 — 494, §. 1732 — 1735.

stellenweise in einem gneussartigen Gesteine eingesprengt, welches bald in Glimmerschiefer übergeht. Dieser erscheint in mannigfachen Abänderungen, nimmt anfangs nur wenig Kalk auf, bald aber wird dieser vorherrschend und endlich erscheint dolomitischer Kalk. Alle diese Gesteine enthalten wieder jene Glimmerhäufchen, wie am Nufenen. Diese Glimmerhäufchen zeigen sich auf dem Flächenbruche gar nicht, verrathen sich nur durch körnige Erhabenheiten; im Querbruche aber erscheinen sie — man vergleiche Sausure's Bemerkung über die Stellung der Glimmerblättchen — sehr ausgezeichnet im Schimmer ihrer gleichförmigen, meist ovalen Flächen. So liegen also diese Glimmer mit ihrem Blätterdurchgange keineswegs mit der glimmerbedeckten Schichtfläche des Gesteines parallel, sondern normal zu derselben; alle aber haben ihren Blätterdurchgang durchaus parallel unter sich. Auf diese eigenthümliche Schichtenreihe, in welcher der Kalk lichtgefärbt erscheint und, wo er nicht dolomitisch ist, ziemlich glatten Bruch zeigt, folgt ein feiner „Sandstein“, dann eine neue ähnliche Schichtenreihe, deren Kalk aber durchaus schwarz und gekörnt ist. Auch hier finden sich auf den Absonderungsflächen glimmerreiche und mit Glimmerlagen erfüllte Schichten. Wie aber in der obigen Reihe ausserdem jene eigenthümlichen Glimmerhäufchen sich zeigen, so nun hier eigenthümliche Granat-Körner. Im glimmerigen Flächenbruche des Gesteins bemerkt man nur körnige Erhabenheiten von Erbsengrösse; bricht man dasselbe hingegen quer, so schimmert im Bruche eine Menge runder, zwei Linien grosser, glatter Flächen, deren Farbe oft in's Bräunliche und Röthliche spielt. Die Körner liegen unregelmässig dem Gesteine eingesprengt, doch in Bezug auf ihre individuelle Lage äusserst bestimmt geregelt. Wie jene obigen Glimmerhäufchen, haben sie nur einen Blätterdurchgang, den sie ohne Ausnahme alle parallel und zur Schieferungsfläche normal haben. In einem Querbruche, der nicht dem Blätterdurchgange entspricht, brechen sie splittrig, ungeregelt. Je mehr der Kalkgehalt dieses Kalkglimmer-Gesteins zunimmt, desto mehr werden diese Granat-Körner undeutlich, und wo der Kalk rhomboidal zu brechen beginnt, wie auf dem

Nufenen, da treten nur noch „oxydirte Stellen auf⁸²⁾. Hugi hält diese Kalke, die ersteren, lichten, für „Muschelkalk“, die letzteren, schwarzen, für „Lias“.

Weiter südwärts tritt nun, in gleicher Stellung, wie die vorigen Schichten, wieder „Blasenkalk“ auf. Er steht östlich vom Gries-Gletscher mehrfach zu Tage, wechsellagert mit Glimmerschiefer und geht stellenweise in Dolomit über; dann enthält er Talkglimmer-Blättchen. Auf Betelmatt tritt auch an der Strasse dieser Blasenkalk auf, und zwar in einem sehr mächtigen Lager, welches als eigener Bergrücken in das Gebirge aufsteigt. Aber diese Schichten fallen wieder südwärts⁸³⁾. Eben dasselbe Fallen fand Hugi westlich in dem Gebirge hinauf, dessen Schichten aus glimmerigen, schiefrigen, aufgestellten, doch mannigfach zerklüfteten und theilweise massigen und granitähnlichen Gneuss- und Glimmer-Gesteinen bestehen. An einigen Stellen bezeichnet er, wie auch schon auf der Nordseite des Profils, federförmige Synklinationen der Schichten. Der Gneuss bei Morast fällt wieder nordwärts; ebenso das zerfressene Kalkglimmer-Gestein, die Rauchwacke, der glimmerschieferartige Gneuss, der „Halbgranit“ und Syenit, welche im Profile des Tosa-Falles gegen Süden auf einander folgen, wobei im westlichen Gebirge sattelförmige Wölbung und Umfaltung der Schichten angedeutet zu sein scheint, auch südwärts fallende Gneuss-Schichten sich zeigen, denen ebenso gestellte Rauchwacke dem Anscheine nach aufgelagert ist⁸⁴⁾. — Nach Studer⁸⁵⁾ bestehen von San Antonio ab alle Gebirge ob dem Tosa-Falle aus braunen und schwarzen Schieferen, Marmor, Dolomit, und sind offenbar aufgelagert auf den, am Wasserfalle herrschenden, granitischen Gneuss, der mit 30 bis 45° nordwärts einfällt. Im Thalgrunde von Pommatt (Formazza) scheinen dagegen mehrfache Wechsel von Gneuss und Schiefer oder „Einklemmungen“ des Schiefers in den Gneuss stattzufinden.

⁸²⁾ Hugi: Alpenreise, p. 291 — 293.

⁸³⁾ Hugi a. a. O. p. 295.

⁸⁴⁾ Hugi a. a. O. Taf. XIII.

⁸⁵⁾ Geologie, I, p. 240.

Bei Frutta fällt nach Hugi aber Alles wieder südwärts. Über die Thalfläche erhebt sich hier zunächst ein quarziges, einigermassen granitähnliches Gestein, welchem unmittelbar ein ächter Granit sich auflagert, und diesem folgt, konform gelagert, Dolomit, 50 Fuss mächtig, fast horizontal, nur schwach gegen Süden einschiessend. Dieser Dolomit, welcher aus einem Haufwerke gleichsam von Krystallchen besteht, von äusserster Weisse und Reinheit, enthält Talkglimmer-Blättchen in Menge, stellenweise auch grünlichen Glimmer, sowie grosse Massen von Magnesitpath. Er deckt sich, wie Blatt auf Blatt gelegt, mit einem Gebilde, das bald zerfressenem, mannigfach gekrümmtem und zerstörtem Gneusse, bald einem Glimmer-Fels, bald einem „Halbgranite“ sich nähert, der hoch zum Gebirge sich aufthürmt. Die Neigung der Schichten von Gneuss und Glimmer-Fels stellt weiter südwestlich noch einmal einen deutlichen Sattel dar, verliert sich dann wieder in Granit und Halbgranit, bis endlich gegen Formazza wieder deutlich alle Schichten südwärts fallen. Das Tiefste über dem Thalgrunde ist hier Granit, dem ein Quarz-Fels mit gelbem Glimmer aufliegt; dann folgt, 80 Fuss mächtig, ein unvollkommener Dolomit, welcher stellenweise dem „Muschelkalke“ des Jura sehr sich nähert, stellenweise wieder unvollkommen krystallinisch-körnig, aber selbst dann noch sehr ausgezeichnet geschichtet, fast schiefrig ist. Auch Spuren von Gyps werden bemerkt. Darauf lagert ganz regelmässig „Porphyrgneuss“ mit körnigen Feldspath-Knauern, bald in Gneuss, bald in Granit übergehend⁸⁶⁾.

Einfacher, obigen Einzelheiten gegenüber offenbar viel zu einfach, lautet die Angabe über dieses Profil bei Studer⁸⁷⁾; man kann dieselbe nur als summarische Darstellung seiner Auffassung der Verhältnisse ansehen. Südfallen zeigt der „schwarze Schiefer“ im Ansteigen nach dem Gries-Passe; weiter südlich, auf der Höhe dieses Passes, werden die Schiefer vertikal, und an der Südseite und auswärts nach Betelmatt und Pommatt (Formazza) fallen sie nach Nord. Die schwarzen Schiefer zeigen hier, nach Studer's eignen

⁸⁶⁾ Hugi: Alpenreise, p. 296. 297.

⁸⁷⁾ Geologie, I, p. 375.

Worten, „die nach oben aus einander laufende Fächerstruktur der zentralen Gneuss-Massen“. Die Felsart ist überall dieselbe, wie auf dem Nufenen und im Bedretto. Aber auch Studer bezeichnet das Fallen der Schichten vom Tosa-Falle südlich im Formazza-Thale als ein schwaches, nordwärts geneigtes, immer der horizontalen Lage genähertes. Unterhalb der Stufe des Pommat-Stalden, welche aus dem hochgelegenen, von wallisischen Deutschen bewohnten Pommat in das tiefere Formazza-Thal hinabführt, ist das breite Thal zwischen hohen schroffen Gneuss-Wänden eingeschlossen, welche bis fast nach Premia fortsetzen und stets horizontale oder schwach nach Norden einschliessende Lagerung zeigen⁸⁸⁾. Aber auch im Thalgrunde von Pommat finden mehrfache Wechsel von Gneuss und Schiefer — nach Studer „Einklemmungen“ des letzteren in ersteren — statt, und an mehreren Gipfeln und Kämmen dieser Gebirgsgegend trägt der Gneuss eine Kuppe oder Decke von Schiefer⁸⁹⁾. Der Glimmerschiefer mit zollgrossen Granaten, auf welchem die Kirche von Premia steht, ist ebenfalls horizontal gelagert. Weiter abwärts im Thale, nahe unterhalb Crodo, beginnt freilich bald wieder eine vollkommen vertikale Schichtenstellung des Gneusses⁹⁰⁾, welche dann aber bereits einem ganz anderen geotektonischen Bezirke angehört.

Ähnliche Verhältnisse, wie im Profile des Gries-Passes, walten in dem ganzen, westlich vom Gries bis zum Simplon sich ausdehnenden Gebirge. Studer nennt die krystallinen Silikat-Gesteine auf der Walliser-Seite dieses Profils, welche sich bis gegen Grenchiols hinziehen, wo sie in Kalkstein- und Schiefer-Gebirgen sich verlieren, einen westlichen Ausläufer der Zentralmasse des St. Gotthard, in welchem die Steinart Glimmerschiefer oder demselben nahe stehender Gneuss, die Schieferung und ebenso die Gränzfläche gegen den anstossenden „schwarzen Schiefer“ vollkommen vertikal seien. Wie das Geren- und das Eginen-Thal, so ist auch das

⁸⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 228.

⁸⁹⁾ A. a. O. p. 240.

⁹⁰⁾ A. a. O. p. 228.

Blinnen-Thal und der Ausgang des Binnen-Thales schluchtartig in diesen Abhang des Gebirges gegen das Gombs-Thal eingerissen⁹¹⁾. An mehreren Punkten der linken Thal-seite von Gombs sollen, wie im Eginen-Thale, Topfstein-Massen vorkommen⁹²⁾. Das Blinnen-Thal geht Räckingen gegenüber zu dem Gebirge hinauf, welches das Binnen-Thal vom Gombs-Thale scheidet. Auch in diesem erkannte Studer seine „Fächerstruktur“. Aufsteigend findet man eine Stunde lang Gneuss-Schichten, anfangs stark gegen Süden geneigt, hernach vertikal. Im Hintergrunde des zwei Stunden langen Thales tritt mit abgerundeten Gebirgsformen der schwarze glimmerige Nufenen-Schiefer auf⁹³⁾. — In der Lamén am Mühlebach beim Ausgange des Rappen-Thales bricht ausgezeichnete Topfstein in jener schönen Varietät, aus welcher der Altar der Jesuitenkirche zu Brieg verfertigt ist⁹⁴⁾. In dem Rücken, welcher das Rappen-Thal vom Binnen-Thale scheidet, zeigt sich bereits der in Gneuss eingelagerte Dolomit⁹⁵⁾, welcher das Binnen-Thal selbst so sehr auszeichnet. Dieses letztere Thal trägt, nach Studer's Ausdrücke, in besonders vollendetem Grade den Charakter einer erweiterten Regenschlucht⁹⁶⁾; dasselbe ist vorzugsweise auf der Streichungslinie der Gebirgsschichten, insbesondere der des Dolomites eingefurcht, woselbst vermuthlich Einsenkungen durch unterirdische Auswaschung des Dolomites und Gypses den ersten Anlass zur Bildung eines Längengrabens gaben, in welchem nun eine doppelte Abdachung, von Nordost gen Südwest am östlichen Ende und von Südwest gen Nordost am westlichen Ende, das Wasser des an beiden Enden geschlossenen Thales fast in dessen Mitte zusammenführt, wo es dann durch die schon erwähnte Querschlucht bei Grengiols seinen Ausgang in das Gombs-Thal findet. So ist das Binnen-Thal, vom antiklinalen

⁹¹⁾ A. a. O. p. 195.

⁹²⁾ A. a. O. p. 319.

⁹³⁾ Désor: Agassiz's Alpenreisen etc., deutsch von Vogt, p. 561.

⁹⁴⁾ Ebel: Anleitung, die Schweiz zu bereisen. 2te Ausg. 1804. II, p. 75.

Artikel: Aernen.

⁹⁵⁾ Désor a. a. O. p. 564.

⁹⁶⁾ Studer: Lehrbuch der physikal. Geographie, I, p. 352.

Volger, Erdbeben. II.

Gombs-Thale völlig verschieden, ein isoklinales Längenthal und, wie wir weiter sehen werden, den geotektonischen Verhältnissen nach schon das Vorbild, man könnte sagen der eigentliche Anfang, der Thalbildung, welche von Möril bis Martinach den Wasserlauf des Rhodan aufnimmt.

Das Vorgebirge zwischen der Binna und dem Rhodan, beim Zusammenflusse dieser beiden Gewässer, Lax gegenüber, besteht aus vertikalen Schiefer-Schichten; auf halber Höhe zur Binna abwärts aber steht Gyps, zwar in regellos erscheinenden, von den Gewässern untergrabenen, aber doch offenbar an den „Thonschiefer“ sich lehnenen Massen. Er ist schön weiss, mit Talkglimmer gemengt, der ihn in parallelen Streifen durchzieht und so gewissen „Urkalksteinen“ ähnlich macht; ganz der Gyps des Val-Canaria⁹⁷⁾.

Schon bei Grengiols, am Eingange des Binnen-Thales, beginnt in mächtigen Massen der Dolomit aufzutreten, welcher in den Lepontischen, Grajischen und Pönnischen Alpen weit verbreiteter ist, als in den Berner Alpen. Bei der Mühle ob dem Dorfe Grengiols öffnet sich ein Tobel, welches gegen Süden in das Gebirge ansteigt. In diesem zeigt sich fast überall als tiefstes Gestein Hugi's Blasenkalk, die Rauchwacke. Dieselbe ist eingebettet zwischen sehr zertrümmerte Schichten von Gneuss und Glimmerfels und „Halbgranit“. Sie ist gelblich, „blasig“, die „Blasenräume“ oft zollgross und leer. Gegen den Ausgang des Tobels nach Norden zu verliert sich die blasige Beschaffenheit etwas, und die Masse des Gesteins ist mit silberweissen Talkglimmer-Blättchen erfüllt, die stellenweise auch ganze Flächen überkleiden und diese silberweiss und fettig erscheinen lassen. Diese Talkflächen winden und biegen sich nach allen Richtungen durch das Gestein. Wo dasselbe Lager am nördlichen Abhange des Gebirges zu Tage ausgeht, mangeln die „Blasen“ völlig und der Charakter ist ein ganz anderer. Während dort die Masse zwischen den Hohlräumen fest, flachbrüchig und feinkrystallinisch, ist hier das Gestein ein körniger Dolomit, freilich noch gelb, wie jene Rauchwacke,

⁹⁷⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 146.

aber übrigens durchaus verschieden; die Talk-Blättchen liegen hier gleichförmig durch das Gestein verstreut. Etwas über der Streichungslinie dieses Lagers tritt an der Mehlfelh der schönste weisse Dolomit zu Tage, ganz jenem gelben ähnlich, nur durch die abweichende Farbe unterschieden. — In der Tiefe des besprochenen Tobels streicht mehr östlich zwischen dem Gneusse, dem Glimmerfels und Halbgranite ebenfalls ein Rauchwacken-Lager; es liegt sehr flach, fast horizontal. Gegen den Ausgang des Tobels ist auch dieses Lager mit Talk-Blättchen erfüllt, und in den „Blasen“ erscheint ein Mineral, welches früher für „Bitterkalk“ gehalten wurde. Die ganze Rauchwacke wird weiss, aber nicht etwa weisser Dolomit, sondern sie bleibt ein ganz anderes Gestein. Dieselbe tritt mit dem schönsten Gypse in einer gemeinsamen Felh zu Tage, und in diesem Gypse zeigt sich ganz derselbe Talkglimmer, wie in der zelligen Rauchwacke; stellenweise ist der Gyps ganz „fettig“ von demselben; auch wird er von Partien gelber, zelliger Rauchwacke durchzogen⁹⁸⁾.

Das weisse Mineral in den Zellenräumen der Rauchwacke und die weisse Rauchwacke selbst besteht, wie ich gefunden habe, aus Aragonit. Die Entstehung der Rauchwacke ist von Haidinger sehr schön erklärt worden⁹⁹⁾; sie ist eine rückkehrende Metamorphose des — selber aus Kalk entstandenen — Dolomites, indem diesem die, zuvor durch einen entgegengesetzten Prozess zum Kalke hinzugetretene, Magnesia durch Einwirkung des Gypses wieder entzogen wird. Der Gyps selber aber ist gleichfalls ein Umwandlungsprodukt des Kalkes. Wasser, welches auf seinem Wege irgendwie mit Gyps in Berührung gekommen ist und somit von diesem in Auflösung enthält, bewirkt, indem es in den Dolomit eindringt, eine Umsetzung in demselben; die kohlen-saure Magnesia wird schwefelsauer, also „Bittersalz“, welches mit dem Wasser fortgeht; nur der kohlen-saure Kalk bleibt

⁹⁸⁾ Hugi: Alpenreise, p. 282. 283.

⁹⁹⁾ Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Bd. 62, p. 309. Volger: Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Talkglimmer-Familie und ihrer Verwandten, p. 84.

zurück und vermehrt sich durch neue Quantitäten, welche aus dem seine Schwefelsäure gegen Kohlensäure zurücktauschenden Gypse entstehen. Der aus dem Dolomite zurückbleibende kohlensaure Kalk verhält sich dabei als eine todte Masse und dient zur Vermehrung der neuen Krystallisation, welche durch den aus der Gypslösung sich abscheidenden Kalk begonnen wird. Die zwischen den in Abzehrung begriffenen Dolomit-Körnchen sich ansiedelnden Kalkkarbonat-Krystalle treiben diese auseinander und bewirken im Fortschreiten des Prozesses eine allgemeine Zerberstung und Zerklüftung des Dolomites, überall in den feinsten Zwischenräumen sich ansiedelnd und diese dann durch ihr Wachsthum auseinander drängend. So formirt der neugebildete Kalk ein Zellenwerk, welches den Dolomit durchwebt. Die zwischen diesen Zellen eingeschlossenen Fragmente werden durch die Fortführung der Magnesia und die Abzehrung des Kalkes selbst zernagt und allmählig völlig aufgezehrt, so dass bald Hohlräume — Hugi's „Blasenräume“ — entstehen, in welchen man mehr oder weniger sandige oder thonige Überreste findet, meist gelb gefärbt durch das zu Xanthosiderit-Ocher gewordene Eisen des im Dolomite enthaltenen kohlensauren Eisenoxyduls. Das die Zellenwandungen formirende, neue Kalkkarbonat ist aber — wenigstens in vielen Fällen — nicht Kalzit, sondern Aragonit, den ich auf solche Weise gebildet bei Lüneburg und Segeberg im norddeutschen Tieflande und nicht minder am Harzrande an vielen Punkten, nirgend aber ausgezeichnet fand, als in der Rauchwacke bei Grengiols am Eingange des Binnen-Thales. Er wächst mit schönen, spiesigen Krystallen, die nicht an Grösse zwar, wohl aber an Form und Schönheit ganz dem bekannten Vorkommen des Aragonites im Serpentin von Traversella gleichen, in die leeren Zellenräume hinein. Wenn man Kalkerdesulfat auf Natronkarbonat einwirken lässt, so entsteht bekanntlich bald Kalzit, bald Aragonit — neben dem Glaubersalze —, je nach dem Konzentrationsgrade der Solution. Ob alle Rauchwacke ursprünglich aragonitisch sei, vermag ich nicht zu sagen; aber selbst wenn dies der Fall wäre, so würde ohne Zweifel der Aragonit sehr leicht in Kalzit übergehen — und viele Rauchwacken werden in diesem Zustande gefunden.

Der Kalzit fällt unter Umständen früher oder später abermals dem Dolomisationsprozesse anheim und tauscht Magnesia, Eisenoxydul, Manganoxydul ein — es bestehen viele Rauchwacken aus dolomitischen Zellen. — Die in obiger Rauchwacke enthaltenen Talkglimmer-Blättchen sind schon vor der Rauchwackebildung im Gesteine vorhanden gewesen und in den Rauchwackenzustand dieses letzteren also vererbt, wobei ihre frühere schichtweise Vertheilung begreiflich gestört werden musste. Ebenso ist als eine Erbschaft zu betrachten der glashelle Quarz, welcher in dem Gesteine stellenweise vorkommt und dessen unregelmässige Massen mitunter artige Krystalldrusen enthalten.

Nahe bei Grengiols in dem sehr tiefen, senkrecht eingefurchten Schlunde der Binna, welche die Streichungslinie der Gebirgsschichten quer durchbricht, tritt mit dem Gypse auch wieder Rauchwacke auf. Das Gleiche wiederholt sich aufwärts an der Binna abermals. In dem Gebirgsrücken, welcher das innere Binnen-Thal vom Gombs-Thale scheidet, herrschen ähnliche Verhältnisse. Von Ausserbinn bis Binnen, im normalen Durchschnitte des Gebirges, steigen mehrere Tobel von der Höhe sehr jäh zur Binna herab. In ihnen hat das Wasser die Gebirgsarten und ihre ganze Folge entblösst. Sie bestehen aus Gneuss und Glimmerfels in mannichfaltigem Wechsel und in sehr verschiedenartiger Stellung. In der Binna stellen die Schichten sich bald senkrecht, bald scheinen sie zu stockartig massiven Lagern sich zu vereinigen; höher liegen sie meist transversal, vorherrschend in den Berg, südwärts, einfallend, doch vielfach zerrüttet, auch in der Streichung vielfach variirend und stellenweise auch dem Bergabhange angelagert¹⁾. Es sind dies die Lagerungsverhältnisse, welche fast überall, in allen Ländern, in der Nähe von Dolomit, Gyps und Rauchwacke sich zeigen und welche aus der Aufschwellung der einen, Auswaschung der anderen dieser Massen und Einsenkung oder Niederbruch der überlagernden Schichten entstehen. — In beträchtlichen Gebirgsstrecken der in Obigem schon betrachteten Gegenden mangelten diese Gesteine vielleicht, indem die Umbildung der

¹⁾ Hugi: Alpenreise, p. 284.

Kalk-Massen von vorn herein einen andern Weg einschlug; allein sehr möglich, ja für einige Punkte auch sehr wahrscheinlich und gleichsam angezeigt, ist es, dass eine bereits vollendete Zerstörung dieser Massen, zumal des Gypses, das Fehlen derselben an manchen Punkten veranlasst hat, und die mannigfachen Unregelmässigkeiten der Schichtenstellung im Kleinen deuten auf ein solches Verhältniss hin.

In zweien der erwähnten Tobel wiederholt sich zweifach die Rauchwacke und liegt, durch ein mächtiges Zwischenlager von Gneuss getrennt, südwärts in das Gebirge eingesenkt. Gyps und Dolomit mangeln auch hier nicht, sind jedoch wenig entblösst.

In dem Längenthale der Binna selbst zeigt sich am südlichen Gehänge, das ganze Thal entlang, der schöne weisse, zuckerkörnige Dolomit²⁾. Zwischen der Kirche und Schmiedigen geht er im engen Thalgrunde mächtig zu Tage und die Binna hat sich in dem leicht zerstörbaren Gesteine ihr Bett gegraben³⁾. Er steigt östlich bis zum Albrun-Passe, westlich durchsetzt er das vom Südgehänge herabsteigende Tobel, welches nach der Kriegalpe hinaufführt, und streicht fort bis zum Rosswald-Passe, der vom Binnen-Thale nach Ganther an der Simplon-Strasse hinübersteigt. Sein Fallen ist überall südwärts, in den Berg hinein. Nirgend scheint ihn hier weder Rauchwacke, noch Gyps zu begleiten. Eine Viertelstunde über Imfeld, wo der Längbach über diesen Dolomit herabkommt, welcher eine beträchtliche Mächtigkeit besitzt, ist das Gestein in einigen Schichten reich an interessanten Mineralien. Es finden sich mehrere Schwefelmetalle, besonders Pyrit, Zinkblende, Realgar, auch Auripigment, welches letztere jedoch stets aus Realgar entstanden, grossentheils wohlerkennbare Pseudomorphose nach demselben ist, dann die noch immer nicht genügend bekannten Binnite und Dufrenoyseite. Der Dolomit ist durch und durch reich an zölestinhaltigem Baryte, den man kaum mit den Augen zu finden vermag, aber durch das auffallende Gewicht des Gesteins bald vermuthet. Quarz tritt in diesem Dolomite auf,

²⁾ Hugi a. a. O. p. 285.

³⁾ Studer: Geologie, I, p. 404.

sowohl in einzelnen Krystallen, als auch in kleinen Drusen und in ganzen Adern. Endlich findet sich auch Adular. Letzterer, jünger als der Baryt, umschliesst nicht selten Krystallchen von diesem ganz oder theilweise und hat so durch das Resultat einer chemischen Analyse, welche Sartorius von Waltershausen veranstaltete, zur Aufstellung einer neuen, als „Hyalophan“ bezeichneten und nun leider schon in die Lehrbücher übergetragenen Substanz verleitet, welche bei adularförmiger Krystallisation die Bestandtheile von Orthoklas und Baryt vereinigen sollte.

Wo oberhalb der letzten Hütten im östlichen Theile des Thales dieses beginnt, sich gegen Süden zu wenden und zum Quertobel zu werden, tritt mit dem Dolomite auch wieder Rauchwacke auf, unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie bei Grengiols.

Im Hintergrunde und nahe am Schlusse des Thales, fünf Viertelstunden hinter Imfeld, am Wasser des Turpengletschers hinauf, in dem rechten Seitenthale der sogenannten Turpen, erreicht die Thalsohle selbst den Dolomit, der im übrigen Thale 200 bis 500 Fuss über derselben am Abhange streicht. Hier zeigt sich eine hohe Dolomit-Wand. Gneuss, mitunter granitartig, mit Glimmerfels wechselnd, theils mit deutlicher und wohlerhaltener, theils mit sehr verwischter, verschmolzener und dazu durch äusserliche Zernagung und innere Zerklüftung unkenntlich gewordener Schichtung, bildet die Unterlage. Er enthält Granate in verschiedenen Farben, Quarz-Krystalle, Kiese, Asbeste, Feldspath-Krystalle, Glimmer und Chlorit. Auch das Dolomit-Gestein selber ist in seinen unteren Schichten so erfüllt mit Glimmer und Adular, dass es ein wahres Mittelgestein zwischen dem reineren Dolomite und dem vollendeten Gneusse bildet. Es enthält ausserdem Turmalin- und Rutil-Krystalle, welche weiter unten im Thale ganz analog sich im Gneusse finden, und wie hier vorzugsweise in Dolomitpath-Adern, so treten die Rutil-Krystalle dort in Quarz-Adern auf. Auch Epidot zeigt sich in dem Gneusse, besonders in Klüften, welche mit einer lehmartig aussehenden Erde, einem fein zertheilten Zersetzungsreste granatischer Substanz, erfüllt sind. Der Epidot ist ein

Produkt der Umwandlung von Granat⁴⁾. Das Dolomit-Lager ist hier 20 bis 30 Fuss mächtig. Unmittelbar über demselben liegt ein gneussartiges, sehr talkreiches Quarzit-Gestein, welches an anderen Stellen fehlt und immer wenig mächtig ist. Darauf folgt ein krystallinisch-körniger Kalk von blaugrauer Farbe, dann feinkörniger Gneuss mit vorherrschendem Feldspath und Quarz, dessen obere Massen aber in schwarzes Glimmer-Gestein übergehen. — Über diesem Gneusse nun schichtet sich wieder Dolomit auf, der aber nicht so mächtig ist, als der tiefere. Als allgemein herrschendes Lager tritt über ihm körniger Kalk auf, dessen obere Schichten durch Glimmer-Lagen getrennt sind.

Alle obigen, vom ersten Dolomite ab wohl 1500 Fuss mächtigen, Gebirgsmassen sind sehr regelmässig geschichtet und südwärts in den Berg eingesenkt. Höher verschwindet in diesem Gebirge jede Kalkspur, sowie jede Regelmässigkeit im Schichtenbau, indem die Gebirgshörner aus ungeregeltem Gneuss, Glimmer-Gestein und „Halbgranit“ sich aufzuthürmen beginnen. Diese Verhältnisse setzen ostwärts bis in das Formazza-Thal fort⁵⁾. Wir befinden uns hier im Innersten der Mulde, weshalb die mannigfach gestörten Lagerungsverhältnisse der oberen Massen uns nicht überraschen.

Nachdem man vom Binnen-Thale aus auf eine Stufe des Nordabhangs des Grajischen Gebirges⁶⁾ gelangt ist, steigt man an steilen Gneuss-Wänden der Höhe des Gaispfad-Passes und der Rossa zu. Der Gneuss fällt hier schwach geneigt gegen Süden. Aber den obersten Theil dieses Passes nimmt eine mehrere hundert Fuss mächtige Serpentin-Masse ein, welche ihn in seiner ganzen Breite bedeckt⁷⁾. Dieser Serpentin enthält Adern und Nester von Magnetit

⁴⁾ Volger: Epidot u. Granat etc. Zürich 1855.

⁵⁾ Hugi: Alpenreise, p. 285—287. — Über die Mineralien des Binnen-Thals vergl. auch: Bernouilli, in Leonhard's Taschenbuch. 1813. p. 300. — Gueymard, in Leonhard's Taschenbuch. 1817. p. 253. — Selb, ebendasselbst 1817. p. 325. 430. — Lardy, in den Denkschriften der schweiz. Naturf. Gesellschaft I, II. 1833. p. 235. 244.

⁶⁾ Der Albrun ist die Gränze der östlichen Lepontischen und der westlichen Grajischen Alpen.

⁷⁾ Studer: Geologie. I, p. 224.

und auch blättrigen Diallag⁸⁾. — Schroffer als auf der Nordseite fällt das Gebirge auf der Südseite ab gegen das grossartige Zirkus-Thal von Dever. Unter dem Serpentine tritt hier bald wieder Gneuss hervor, horizontal gelagert oder schwach nordwärts fallend, und er hält an bis an den Fuss des mächtigen Felsgehänges. Unter dem Gneusse liegt ein leicht mit demselben zu verwechselndes Gestein, welches ein Gemenge von Glimmer, Quarz und, statt Feldspathes, Kalkspath ist; letzterer Gemengtheil giebt sich durch lebhaftes Aufbrausen mit Säuren zu erkennen. Das Gestein enthält häufige Granate. Noch tiefer folgt zuckerähnlicher Dolomit. Entfernt man sich vom Fusse des Gebirges nach dem vorderen Ausgange von Dever, wo der Alpbach in prachtvollen Wasserfällen nach der Thalstufe der Bondaler-Alpen hinabstürzt, so sieht man im Fortschreiten durch den Alpboden von Dever immer tiefere Dolomit-Lager vordringen, um treppenartig abzubrechen, und am Absturz nach Bondaler und bis nahe vor Croveo zeigt sich nur schwärzlicher Schiefer, Kalkstein oder Dolomit, in einer Mächtigkeit von wohl 800 Meter stets horizontal oder nordwärts in das Gebirge geneigt⁹⁾. Das Zirkus-Thal von Dever ist offenbar durch die Auswaschung der Dolomit-, vielleicht auch von Gyps-Massen, von welchen jetzt freilich keine Spur mehr vorhanden zu sein scheint, und durch den Einsturz und die Zertrümmerung der darüber lagernden Gneuss- und Serpentin-Massen entstanden¹⁰⁾.

Nahe oberhalb Croveo tritt unter den obigen Bildungen wieder Gneuss hervor, und wir treffen in weiterer Fortsetzung des Profiles auf Premia im Formazza-Thale, bis wohin wir bereits vom Gries-Passe aus das Profil dieses Gebirges verfolgt haben.

Kehren wir zurück in das Binnen-Thal, um weiter westlich das Gebirge über den Levi-Pass abermals zu überschreiten. Bei Heiligen-Kreuz fällt der aus einem Tobel der südlichen Thalwand kommende Bach von der Kriegalp in das

⁸⁾ Ebendasselbst, p. 404.

⁹⁾ Ebendasselbst, p. 224. 225.

¹⁰⁾ Studer: Lehrbuch der physikal. Geogr. I, p. 389.

Binnen-Thal. Er bringt in seinem Bette Blöcke von granitischem Gneuss, welcher vorherrschend ein feinkörniges Gemenge von Feldspath und Quarz darstellt, mit grösseren weissen Feldspath-Krystallen und glänzend-schwarzen oder auch weissen Glimmer-Schuppen ¹¹⁾. Nur wenig südlich von Heiligen-Kreuz ist dieses Gestein im Strombette anstehend — vielleicht die nämliche Gesteinschicht, welche in den Turpen über dem Dolomite liegt. Die Beschaffenheit der Gesteine auf dem höheren Theile des Kriegalp-Passes ist kaum näher untersucht. Jenseit des Gebirges wechselt zunächst am Ausgange des Kriegalp-Passes nach der Alp Muscagne ein ganz ähnlicher Gneuss, wie der eben bezeichnete, mit etwas mehr Glimmer und in Verbindung mit Glimmerschiefer und mit dolomitischem Kalksteine, der im Innern dicht, durchscheinend, an der Aussenfläche gelb ist.

Bei Heiligen-Kreuz fällt in den Kriegalp-Bach ein anderer Wildbach, welcher, von Westen her, vom Mätti-Thale kommt. Wenig oberhalb Heiligen-Kreuz theilt sich das Mätti-Thal in das westlich ansteigende eigentliche Mätti-Thal und das südwestlich sich abzweigende Giebel-Thal. Man gelangt, nach wohl zwei Stunden anhaltenden Steigens, in den schönen Zirkus der Giebelalp. Die Umgebung dieses Zirkus besteht aus horizontalen Schichten. Über die Schneelehnen derselben gelangt man auf die Höhe des Levi-Passes (Passo di Boccareccio). Die Steinart bleibt bis auf die wohl zu 2500 Meter ansteigende Passhöhe horizontal geschichteter Gneuss, der nach der Höhe zu sich dem Glimmerschiefer nähert. Auf der mauerartigen Höhe erhebt sich das Hillhorn, Bortelhorn, Rothhorn, der Furkebaum und Monte-Leone. Die neben dem Passe aufsteigenden Gipfel, das Hillhorn westlich, das Rothhorn östlich, tragen eine Kuppe von „grauen Schiefen“, ebenso wie der grosse Chavardung, der höchste Gipfel dieser Kette, und der Hälsen. Auf der Südseite des Passes wird die untere Gränze der den oberen, plötzlichen Abfall bildenden Gneuss-Wand durch eine schmale Terrasse bezeichnet, von deren äusserem Rande sich der Absturz nach

¹¹⁾ Studer: Geologie, I, p. 223.

dem kraterähnlichen Grunde der Levi-Alp (Alpe-di-Veglia) fortsetzt. Dieser wohl an 300 Meter hohe Absturz besteht aus grauem, schiefrigem Kalksteine, welcher streifenweise in weissen Marmor oder gelben dolomitischen Kalk übergeht und durchzogen ist von Zwischenlagen granatenführenden Glimmerschiefers. Die Lagerung ist, wie die des aufliegenden Gneusses, schwach nordwärts geneigt. Der Zirkus, welcher wohl eine Stunde im Durchmesser hat, ist nur wenig, gegen Südost, geöffnet durch einen Engpass, durch welchen der Alpbach, die Cherasca, nach der Fläche von Campo hinabstürzt. Diesen Engpass umschliessen, wie die Fläche von Campo selbst, zuckerartige Dolomite und glänzend-weise Marmorlager¹²⁾. Diese Kalk- und Dolomit-Lager sind ebenso, wie die von Dever, unten und oben von Gneuss oder granatenführendem Glimmerschiefer umschlossen, wechseln mit diesen Gesteinen ab oder sind mit Glimmer und Quarz so übermengt, dass kaum eine Gränze von Marmor und Gneuss zu erkennen ist. Die Mächtigkeit der ganzen Kalkbildung, wie sie jetzt daliegt, ist noch ganz ausserordentlich. Von der Terrasse der oberen Kalkgränze, an deren Rande man in den tiefen Kessel der Veglia-Alp hinunterblickt, bis in den Thalboden von Campo muss der vertikale Abstand beträchtlich über 1000 Meter betragen. Bei Campo scheinen die Marmor- und Dolomit-Lager horizontal zu liegen, und erst beträchtlich weit auswärts tritt der tiefere Gneuss hervor. — Der Monte-Cistella, welcher die Cherasca von der Devera scheidet, besteht, wenn nicht ausschliesslich, so doch grösstentheils aus Marmor und Dolomit, und der Pass von Valtener, der von Veglia nach Bondaler führt, ist von wohl 300 Meter hohen Felswänden dieser Gesteine begränzt, die hier wiederholt mit Glimmerschiefer und Gneuss abwechseln¹³⁾. — Von Campo aus westwärts wird die Lagerung fast noch flacher. Dolomit und Kalk verlieren sich in dieser Richtung mehr und mehr; auf der Höhe über dem Isella-Thale in Val-

¹²⁾ Studer: Geologie, I, p. 223. 224. 225. — Désor: Agassiz's Alpenreisen, deutsch von Vogt, p. 568. 569. 572. 573.

¹³⁾ Studer a. a. O. p. 389.

Vedro ist nur noch eine etwa 100 Fuss mächtige Lage von Kalkschiefer zwischen dem unterteufenden und dem überlagernden Gneusse vorhanden; noch weiter westlich scheint sich der Kalk völlig zu verlieren. Die Schichtung der südlich sich verbreitenden Gneuss-Massen ist bis Varzo verworren, von da weiter südlich vertikal ¹⁴⁾).

Vom Binnen-Thale aus verfolgt man den Dolomit bis zu dem hohen, aber wenig beschwerlichen Rosswald-Passe, welcher nach Ganther an der Simplon-Strasse führt. Auf der Stadtalp liegen Dolomit und Gyps an der nördlichen Thalwand, der Fortsetzung des bei Grengiols von der Binna durchbrochenen Gebirges, mit nördlichem Fallen auf Gneuss und Glimmerschiefer, und tragen eine Decke, nicht von ähnlichen Gesteinen, sondern von „grauem Schiefer“. Weiter westlich, auf dem Passe selbst, stehen Dolomit- und eng mit ihnen verbundene Gyps-Lager vertikal, 20 bis 40 Meter mächtig, zwischen nördlich an sie sich anschliessenden „grauen Schiefen“ und dem südlich an sie angränzenden Gneusse. Es treten neue Verhältnisse in der Schichtenstellung ein.

Wir sind am Simplon-Passe angekommen. Vertikale oder südwärts geneigte Schichten am Nordabhänge gegen das Gombs-Thal, horizontale Schichten im Hochgebirge, schwach nordwärts fallende am Südgehänge und in weiterer Entfernung auch hier steilere, selbst vertikale Stellung derselben fanden wir in dem am Meisten gegen Westen gerückten Profile der Gotthards-Mulde, die nun mit der Walliser-Mulde zusammentrifft, welche sich fast als eine blosse Erweiterung und Fortsetzung derselben darstellen zu wollen scheint. Ein ostwärts gerichtetes Fallen, wie man es zur Abschliessung der Gotthards-Mulde oberhalb der Simplon-Strasse in der Gegend des Monte-Leone erwarten könnte, ist wenigstens bis jetzt nicht beobachtet worden, wohl dagegen am Simplon ein westwärts gerichtetes Einfallen der Schichten, welche sich in die Walliser-Mulde versenken.

¹⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 229.

II. Mittelwallis

oder die Walliser-Mulde.

1. Grundzüge.

Längs des ganzen Dammes der Berner Alpen aus der Gegend von Möril beginnend und von hier hinauf über den unteren Theil des Langen-Aletsch-Gletschers, am Westrande des Oberen-Aletsch-Gletschers hin zum Nesthorne und über den Lötsch-Gletscher zum Breithorne und Tschingelhorne und weiter von hier auf dem ganzen gegen das Rhodan-Thal gewandten Abhange der Berner Alpen bis zur Dent-de-Morcles herrscht überall ein südwärts gerichtetes, also dem Abhange analoges Fallen der Schichten, im Allgemeinen im östlicheren Theile der angegebenen Gebirgserstreckung gegen Südsüdwest und rein gegen Süd, im westlicheren Theile aber mehr und mehr gegen Südsüdost und Südost. Schon Saussure beobachtete den Umstand, dass im ganzen Rhodan-Thale von der Gegend oberhalb Brieg bis Martinach die Schichten so durchweg und allgemein gegen Süden geneigt seien, dass er es für überflüssig erklärte, besondere Lokalitäten, an welchen man dieses Verhältniss beobachten könne, als Beispiele anzuführen¹⁵⁾. In dieser ganzen Erstreckung ist das Rhodan-Thal nicht mehr, wie bis unterhalb des Deisch-Stalden, ein antiklinales, sondern ein isoklinales. Denn auch an der linken Thalseite trifft man ausnahmslos südwärts geneigte Schichten, deren abgebrochene Köpfe eben dieses Thalgehänge bilden; es bleibt also auf dem linken Ufer des Rhodan die Richtung des Schich-

¹⁵⁾ Voyages, IV, p. 325, §. 2116.

tenfalles fortwährend die gleiche vom Rhodan-Gletscher bis Martinach, während sie auf dem rechten Ufer zwischen dem Deisch-Stalden und Möril eine vollständige Umkehrung erleidet. In Folge dieser Umkehrung wird der Charakter des Thales von der Brücke von Grenchols ab ein ganz veränderter; es ist nicht mehr ein breiter, nach beiden Seiten ziemlich gleichartig abgedachter Einschnitt auf einem Schichtensattel, sondern ein ungleichwinklig in den Abhang eines Schichtengehänges eingeschnittener Graben, welcher stets auf der rechten Seite flache, auf der linken Seite schroffere Wände besitzt und nur je nach der Beschaffenheit und dem Grade der Neigung der Schichten, in welchen er ausgetieft ist, bald sich zum Spalt verengt, bald mehr beckenartig sich erweitert zeigt. Bei Naters, oberhalb Brieg, ist dieser Graben fast geschlossen, es bleibt dem Strome nur ein enger Durchgang ¹⁶⁾. Durch diesen Engpass tritt der Rhodan aus dem antiklinalen Gombs-Thale in die Mulde von Mittelwallis ein. Auch zwischen Brieg und Leuk ist das Thal noch sehr eng, schluchtartig. Man hat in dieser Enge die natürliche Gränze von Ober- und Mittelwallis bezeichnen wollen ¹⁷⁾, dabei aber viel zu sehr nur die Bewohnbarkeitsverhältnisse des Rhodan-Grabens in's Auge gefasst, ohne der Ausdehnung des ganzen Gebietes und besonders auch der südlichen Nebenthäler Rechnung zu tragen, und die geotektonischen Verhältnisse völlig unberücksichtigt gelassen. Von Leuk abwärts breitet sich wieder ein weiterer Thalgrund aus, der aber auch hier am linken Ufer von steilen Wänden begränzt bleibt, während am rechten sanft ansteigende Gehänge sich erheben. Nur oberhalb Martinach, eine Meile lang, ist das Thal wiederum verengt, wie bei Naters. Jene engeren Strecken des Thales entsprechen der steileren Stellung der Schichten, in Folge deren auch der Abhang der rechten Thalwand einen pralligeren, ja steilen Charakter annimmt; die mittlere Erweiterung entsteht dadurch, dass dieser Abhang von Leuk bis Saillon, eine Strecke von etwa sechs Meilen Länge, nur schwach ansteigt, indem seine minder stark geneigten Schichten erst in einem

¹⁶⁾ Saussure: Voyages, IV, p. 325, §. 2117.

¹⁷⁾ H. Girard: Geognostische Wanderungen. 1855. I, p. 3.

Abstände von etwa zwei Meilen horizontaler Entfernung vom Thalgrunde die Höhe des Gebirgsrückens erreichen. In dieser Breite steigt das Terrain dieser Thalwand von dem 600 bis 500 Meter hohen Flusslaufe bis zu 1600 oder 2000 Meter sanft und allmählig bis zum Fusse einer plötzlich sich erheben- den und im Mittel etwa 2700 Meter erreichenden Felswand. Es ist, als ob die höchsten Bergstücke, welche diese Felswand bilden, auf den ziemlich gleichmässig hohen Gebirgsdamm als Zinnen aufgesetzt wären; Altels, Rinderhorn, Wildstrubel, Gletscherhorn, Wildhorn, Arbelhorn, die Diablerets, die Moeuverans und Dent-de-Morcles ragen sämmtlich über 3000 und theilweise bis zu 3800 Meter empor, je weiter östlich sie stehen, um so höher. Und zwischen diesen Zinnen führen über den Gebirgsdamm die Pässe hinüber, ebenfalls von Osten gegen Westen an Höhe abnehmend ¹⁸⁾, der Löttsch-Pass, Gemmi-Pass, Rawyl-Pass, Sannetsch-Pass, Pas-de-Cheville, von 2700 bis 2000 Meter. Die Schichten liegen in den aufgesetzten Bergzinnen horizontal oder fallen nordwärts nach dem Berner Abhange, während sie gegen das Rhodan-Thal plötzlich abgebrochen sind.

Eine Anzahl von Thälern ist in den rechten Thalabhang eingeschnitten. Diese Seitenthäler tragen einen rein schluchtenartigen Charakter und sind offenbare Wirkungen der Erosion, „Regenschluchten“, durch welche auch die Quell- und Gletscherwasser dieses Gebirges ablaufen, nach jedem Regen im Gebirge aber gewaltige Ströme hervorbrechen, welche ihren Schutt massenweise in's Rhodan-Thal führen. Alle ziehen sich mehr oder weniger gegen den Abhang hinauf, und zwar die meisten als reine Profilrisse; so das Blindtobel, das Kelch-Thal, das Gradetzer-Thal, das Baltschieder-Thal, das Bachalp-Thal, auch die Thäler der Rière, Sionne, Morse, Lizerne. Doch folgen mehrere der letzteren wenigstens streckenweise auch dem Streichen der Schichten. Das Löttsch-Thal, in seinem unteren Theile eine reine Profilschlucht, ist in seinem oberen Theile ein isoklinales Längenthal; ähnlich das Dala-Thal, welches, unterhalb dem Leuker-Bade eine Profilschlucht, oberhalb dagegen als ein Längen-

¹⁸⁾ Girard a. a. O. p. 3. 4.

thal, aber nicht isoklinal, sondern antyklinal erscheint. Offenbar verdankt es einer Sattelkluft seine Entstehung, denn die Schichten der schroff abgestürzten Wände, welche es beiderseits einfassen, fallen auf der (rechten) Nordseite nordwärts, auf der (linken) Südseite südwärts. Um die Mannigfaltigkeit in diesen Seitenthälern noch zu vermehren, verengen und erweitern dieselben sich, je nach der Beschaffenheit der im Profil durchbrochenen oder im Streichen ausgefressenen Schichten. Besonders zeichnet in dieser Beziehung das Baltschieder-Thal sich aus, welches, durch widerstandsfähigere Gesteinschichten geschlossen, nur einen sehr engen Zugang besitzt, hinter diesem aber sich in überraschender Weise erweitert. Es ist ein Muster eines Erosions-Thales ¹⁹⁾.

Das Rhodan-Thal ist in seiner Bildung dem Binnen-Thale vollkommen analog; man könnte es als eine Fortsetzung desselben ansehen, wenn nicht das vom Rosswald-Passe überschrittene Gebirge beide schiede oder wenn diese Scheidung, wie die Furka zwischen dem Urseren- und Gombs-Thale, bloß eine orographische wäre, während sie doch hier auch eine geotektonische, in dem Übergang von einer Schichtenmulde in die andere begründete ist. Schon Lardy erklärte das Rhodan-Thal, und mit Recht, für eine Schlucht, welche durch das Wasser selbst ausgegraben sei in den zerstörbareren Gyps- und Schiefer-Massen ²⁰⁾, welche da, wo sich jetzt das Thal befindet, zu Tage ausstrichen und denen der Thaleinschnitt tiefer und tiefer nachgraben zu wollen scheint, indem er tiefer und tiefer das linke Gehänge unterfrisst und so allem Anscheine nach sich mehr und mehr gegen Süden verlegen wird. Man wird nothwendig zu der Annahme geführt, dass einst der Thalgrund, schmaler und minder tief, hoch oben am Fusse der Bergzinnen, auf dem Damme der Berner Alpen, sich befand und erst im Verlaufe der Zeiten, sich vertiefend und mehr und mehr zur Linken hinabrückend, seine jetzige Lage angenommen hat. Die Schichten, deren Köpfe am linken Thalgehänge ausgehen, müssen wir ergänzend fortsetzen über den Strom und hinauf, ihrem Ansteigen gemäss,

¹⁹⁾ Studer: Lehrbuch der phys. Geogr. I, p. 352.

²⁰⁾ Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 155.

auf den rechten Abhang bis zu den Zinnen der Berner-Alpen, in welchen man ihre Fortsetzung erblickt. Das Auftreten des Gypses zumal war ohne Zweifel für diese Thalbildung entscheidend, denn dieselbe folgt ganz dem Verlaufe der Schichten, in welchen dieses Gestein an zahlreichen Punkten auftritt. Eben deswegen bildet auch die Thalrinne nicht eine gerade Linie, sondern, da das Streichen der Schichten sich allmählig ändert, so macht sie einen Bogen, indem ihr östlicher Theil von Ost gen West, der mittlere von Ostnordost gen Westsüdwest, der westliche gar von Nordost gen Südwest gerichtet ist (Fig. 2).

Sowohl durch die Neigung der Schichten, welchen er nachgräbt, als auch durch die von der nördlichen Abdachung zugeführten Schuttmassen wird der Rhodan immer dem linken Thalgehänge zugeworfen und er schmiegt daher diesem möglichst eng sich an, wo nicht die Schuttkegel und Deltabildungen, welche vor den von Süden her sich öffnenden Nebenthälern von den Thalgewässern angehäuft werden, ihn gleichsam zurückwerfen. Auf diesem linken Thalgehänge steigen, der ganzen Länge des Thales nach, die Berge zwar nicht so hoch, aber viel rascher empor, als auf dem rechten Ufer, und wenn auch nicht überall die Wände so steil sind, als zwischen Leuk und Siders, wo sie ohne einen Absatz bis zu 2000 Meter steigen, so heben sie sich doch meist gleich einige Tausend Fuss vom Thalboden und ragen mit mächtigen Spitzen in sehr geringer Entfernung vom Thale empor. Das Illhorn, der Mont-noble, die Dent-de-Nendaz und Pierre-à-Voie, 2800 bis 2500 Meter hoch, sind doch alle, dem horizontalen Abstände nach, nicht mehr als eine halbe Meile vom Thalgrunde entfernt²¹⁾.

In grosser Breite dehnt sich südwärts das Hochgebirge aus bis zur Gränze von Piemont. Die horizontale Entfernung von Brieg bis zur Cima-del-Rousse über dem Antrona-Thale beträgt vier Meilen, die von Turtman bis zum Monte-Rosa, welche der grössten Breite entspricht, ungefähr sieben Meilen, von Siders bis zum Matterhorne über fünf Meilen, die von Martinach bis zum Grossen

²¹⁾ Girard a. a. O. p. 4.

St. Bernhard vier Meilen. Obwohl ein hoher Gränzwall die Gränze von Wallis gegen Piemont sichert, auf welchem vom Monte-Leone, östlich über dem Simplon-Passe, westwärts die Cima-del-Rousse, der Parabianco, das Stellihorn, Spähorn, Joderhorn, die Cima-de-Jazi, Monte-Rosa, Lysskamm, Breithorn, Matterhorn (Mont-Cervin), Dent-de-Rong, Mont-Collon, Mont-Gelée, Mont-Avril, Grand-Combin, Velan, Mont-Mort und Aiguille-du-Tour zu einer Höhe von 3000 bis 4550 Meter emporragen und zwischen ihnen die Pässe des Simplon, der Antrona-Furke, des Monte-Moro, des Matterjoches, des Col-de-Collon, des Col-de-la Crête-Sèche, Col-de-Fenêtre, des Gr. St. Bernhard und des Col-de-Ferret in einer Höhe von 2000 bis 3000 Meter die tiefsten Einschnitte bezeichnen: so ist doch keineswegs das Gebiet zwischen diesem Gränzwalle und dem Rhodan-Thale allgemein abgedacht, sondern vielmehr durchschnittlich wenig niedriger, als jener Gränzwall selber, und nicht arm an Gipfeln, welche von 3000 bis 4000, ja selbst auch bis 4550 Meter erreichen. Dieses ganze Gebiet würde ein ungeheures gebirgiges Hochland darstellen, wenn nicht eine Anzahl von Thälern, vom Piemontesischen Gränzwalle beginnend, tief und breit in dasselbe eingeschnitten, sich zum Rhodan-Thale hinabzögen und so dieses Hochland bis in seinen Grund zerstückelten. Die Anordnung dieser Thäler zeigt eine bemerkenswerthe Regelmässigkeit. Sie sind in ihrem unteren Theile sämmtlich zu dem Theile des Rhodan-Thales, in welchen sie einmünden, normal gerichtet, divergiren daher gegen dieses und konvergiren gegen den weiten Bogen des Piemontesischen Gränzwalles. Die kürzeren dieser Thäler sind einfach — so das Nanzer-Thal, das Turtman-Thal, das Reschy-Thal, das Prinze-Thal —, die längeren aber sind in einer gewissen Entfernung von ihrer Mündung gegabelt, zum Theil zweifach gegabelt — so das Visp-Thal, das Einfisch-Thal (Val-Anniviers), das Borgne-Thal, das Dranse-Thal. Zwischen diesen Thälern trotzen mächtige Gebirgsstücke, welche keineswegs in demselben Masse, wie die Sohlen der Thäler sich senken, von Süden gegen Norden an Höhe abnehmen, und auf deren von hohen Pässen überschrittenen

Rücken sich, kettenförmig gereiht, die riesigsten Gipfel erheben. Es sind dieses die „Meridianketten“, welche oben (Seite 10) erwähnt wurden. Die Zertheilung des ganzen Gebietes in diese Ketten scheint selber einzig durch die Thalbildung bewirkt zu sein. Zwischen dem Thale der Saltine und des Krummbaches (Doveria), welches der Simplon-Pass benutzt, und dem Saas-Thale ragt die Kette des Fletschhornes und Weissmieshornes; zwischen dem Saas-Visp-Thale und dem Gorner-Visp-Thale die Kette der Mischabel und des Balfrin; zwischen dem Gorner-Visp- und dem Turtman-Thale die Kette des Weisshornes und Brunneckhornes; zwischen dem Turtman- und Einfisch-Thale die Kette der Diablons und des Borternhornes, zwischen dem Zinal- und Torrent-Thale, den beiden oberen Armen des Einfisch-Thals, die Kette der Pigne-de-la-Lee, des Grand-Cormier und der Dent-blanche; zwischen dem Einfisch-Thale und dem Eringer-Borgne-Thale die Kette des Sasseneire und des Bec-de-Bosson; zwischen dem Ferpecle- und dem Arolla-Thale, der oberen Gabelung des Eringer-Borgne-Thales, die Kette der Aiguille-de-la-Za und der Pointe-de-Vejuy; zwischen dem Eringer- und Eremence-Borgne-Thale die Kette des Pigno-d'Arolla, Pic-de-Vouasson und Pic-d'Arzinol; zwischen dem Eremence-Borgne-Thale und dem Bagne-Dranse-Thale die Kette des Mont-Pleureur und Mont-Fort; zwischen letzterem Thale und dem Entremont-Dranse-Thale die Kette des Sex-blanc; endlich zwischen dem Entremont-Dranse-Thale und dem Ferret-Dranse-Thale die Kette der Pointe-de-Drona.

Die Kette, welche das Turtman-Thal vom Einfisch-Thale scheidet, steht normal zu der Sehne des Bogens, welchen das Rhodan-Thal beschreibt. Sie folgt dem magnetischen Meridiane. Rechts und links divergiren die übrigen „Meridianketten“ von derselben in sehr regelmässiger Weise symmetrisch: der Grat zwischen dem Turtman- und Gorner-Visp-Thale einer- und zwischen dem Einfisch- und dem Eringer-Borgne-Thale andererseits — beide sind zwischen dem Gabelhorne und der Dent-blanche durch einen kurzen

Längengrat verbunden —; der Mischabel-Grat, auch Saas-Grat genannt, einer- und der Grat der Aiguille-de-la-Za andererseits; der Grat des Fletschhornes einer- und der Grat des Mont-Pleureur andererseits; hier der Abhang des Monte-Leone östlich über dem Simplon-Passe, dort der Abhang des Montblanc über dem Ferret-Passe. Und diese Seiten- und Gegenstücke sind als solche nicht allein durch die Richtung und Anordnung charakterisirt, sondern auch durch ihren Schichtenbau.

Wenn man nicht bedeutende Bäche hin und wieder aus der linken Thalwand des Rhodan-Thales hervorströmen sähe, so würde man am Fusse derselben gar nicht ahnen, dass hier noch grosse Nebenthäler vorhanden seien; denn überall steigt Berg an Berg empor. Von der rechten Thalseite sieht man freilich hie und da die Thalöffnungen in den oberen Gehängen, und von Sitten kann man die schneebedeckten Spitzen der Umgebung des Eringer-Thales bemerken, von Siders aus die Spitze des Rothhornes, welches südlich vom Weiss-horne hinter dem Turtman-Thale liegt; aber am Fusse der linken Thalwand ahnt man dergleichen nicht. Es sind die Seitenthäler nämlich keineswegs, auch nur an ihrem Ausgange, ebenso tief eingeschnitten, als das Rhodan-Thal, sondern sie sind in viel höherem Niveau zurückgeblieben²²⁾, vermuthlich in Folge der ungünstigeren Bedingungen, unter welchen diese Einschnitte in das Gebirge sich bilden mussten, indem sie die verschiedensten Felsschichten mehr oder minder normal zum Streichen und der Fallrichtung grösstentheils gerade entgegen zu durchschneiden hatten und die begünstigenden Gypsmassen hier völlig mangelten. Je extremer diese Missgunst der Verhältnisse für jedes der Thäler gilt, um so auffallender ist es wirklich zurückgeblieben: das Turtman- und das Einfisch-Thal münden hoch oben an der Thalwand, das Visp-Thal dagegen erreicht ganz allmählig das Niveau des Rhodan. — Wo der Niveauunterschied recht gross geblieben ist, da haben sich entweder Wasserfälle gebildet, wo der Fluss des Nebenthales aus diesem herabstürzt, wie besonders am Ausgange des Turtman-Thales, oder es

²²⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 73.

hat sich der mit starkem Gefälle zum Rhodan hinabbrausende Nebenfluss einen unzugänglichen, tiefen, schmalen Ausgangskanal gegraben, in welchem er immer noch mit Kaskaden hinabfällt; so die Navisanche, Borgne, Prinze. Gerade der Ausgang aller südlichen Seitenthäler ist übrigens besonders eng, viel enger als das Innere der Thäler selbst, und es scheint, dass die Beschaffenheit der Gesteinschichten, welche zunächst über den zerstörbaren Gypsen auftreten, den Flüssen gleichsam einen Riegel vorschob, welchen sie nur mühsam durchsägen konnten. — In ihrem Ursprunge reichen diese Thäler bis zu den Gletschern hinauf, welche aus den weiten Firnmeeren und Eiswüsten des Piemontesischen Gränzwalles in langen Zungen sich herabstrecken.

Annehmen wird man freilich wohl müssen, dass die bestimmte Anordnung der Thäler, auch wenn die Bildung der letzteren noch so sehr als das Werk der Erosion zu betrachten ist, von einer bestimmten Vorzeichnung abhänge, und diese scheint in einer Durchsetzung der Gebirgsmasse von Klüften gegeben gewesen zu sein, deren regelmässige Beziehung zu der Umgränzung der ganzen Mulde sehr augenscheinlich ist. Eine solche Vorzeichnung wird um so wahrscheinlicher durch die Häufigkeit des Zusammentreffens der Mündungen der nördlichen Seitenthäler mit denen der südlichen Seitenthäler oder des Umstandes, dass auch da, wo die Mündungen selbst sich etwas verschoben zeigen, doch die Haupterstreckungen solcher nahezu sich begegnenden Thäler in eine gemeinsame Linie fallen. Es scheint die Erhebung des Muldenrandes oder aber die Senkung des Muldengrundes eine solche Spaltenwerfung der Gebirgsschichten mit Nothwendigkeit zu fordern. Die Thalbildung selbst erklärt sich alsdann durch die Erosion vollkommen. Der sehr ungleiche Widerstand der verschiedenartigen Gesteine drückt sich in der bald beckenartigen Erweiterung, bald schluchtartigen Verengerung deutlich aus. Derselbe bewährt sich auch in der abwechselnden Nacktheit des Gebirges und seiner Bedeckung mit Vegetation. Die unteren und mittleren Gehänge sind in der Regel mit Wald und Weide, in der Nähe der Dörfer auch mit Getreidefeldern und Pflanzungen bedeckt, und der Fels geht hier auf grosse Strecken oft nirgend zu Tage. Auf mässig hohen Gebirgszügen, bis zu 2000 und 2500 Meter, trägt

auch der oberste Kamm, der, je nach seinem Verhalten zur Schichtenstellung, bald als scharfer Grat, bald als flacher Rücken ausgebildet ist, eine Decke von Erde und Weide. Wo aber die festere Felsart grösseren Widerstand geleistet hat, erhebt sie sich in nackten Gipfeln und Riffen aus den Schnee- und Eisfeldern, welche die höheren Gebirge umkleiden. In der Höhe, zwischen den höchsten Spitzen, sind alle Seitenthäler weit offen und hier mehrfach durch Pässe in Verbindung. Tiefer folgen an beiden Thalseiten geneigte Abhänge, deren Fuss sich zunächst zu einer Terrasse verflächt. Unterhalb dieser stürzten schroffe Felswände ab, welchen jedoch in einigen Thälern sehr beträchtliche Schutthalden angelagert sind, die den lebendigen Fels verbergen. Zwischen diesen Wänden im unteren Thalgrunde wandernd, ahnet man nicht die obere Ausbreitung und die reiche Welt, welche sich dort oben entfaltet; zahlreiche Dörfer werden von hier aus gar nicht oder nur an einzelnen günstigen Punkten sichtbar. Neben sich hat man hier endlich in meist engem und oft tiefem Einschnitte den Thalstrom, dessen Bett in lebendigen Fels eingesägt und mit stürzenden Blöcken und Geschieben erfüllt ist, über welche die Wasser mit ewigem Donnern dahinbrausen und bisweilen den Boden umher fühlbar erschüttern. Zahllose Giessbäche stürzen über die Seitenwände herab von den oberen Terrassen, oft mit herrlichen Wasserfällen.

In welches dieser Thäler man nun vom Rhodan-Thale auch eindringen möge, überall zeigt sich an beiden Thalwänden, wo immer der Felsbau offen liegt, ein südliches Einfallen der Schichten, wie am Abhange der Berner-Alpen, welches weit in das Innere derselben, bei den kürzeren bis in den letzten Hintergrund anhält, dann aber in die entgegengesetzte Neigung übergeht, welche bis zur Passhöhe gegen Piemont überall dieselbe bleibt. Und diese entgegengesetzte nordwärts eingesenkte Neigung der Schichten ist im östlicheren Theile des Gebietes, in der Gegend des Monte-Rosa eine nordwestliche, in dem westlicheren Theile dagegen eine rein nördliche. Diese Schichtenstellung findet in den unteren und grossentheils auch in den mittleren Theilen des ganzen Schichtensystemes in hoher Einfachheit und Einförmigkeit statt; in den höheren Theilen dagegen begegnen uns mehr und mehr

jene Unregelmässigkeiten, welche durch die Zusammendrängung und Faltung der in einer Mulde lagernden Schichten nothwendig sich ergeben mussten. — An beiden Enden der Mulde herrscht dagegen eine ganz abweichende, ebenfalls regelmässig kontrastirende Schichtenstellung. Am Simplon-Passe ist dieselbe nämlich durchschnittlich westwärts geneigt, so dass Saltine einerseits und Krummbach andererseits, von der Passhöhe abfliessend, ähnlich wie der Rhodan, dem Streichen der Schichten folgen und sich ein isoklinales Bett gegraben haben. Dagegen herrscht am westlichen Ende der Mulde eine ostwärts gerichtete Schichtenneigung, welche von Martinach bis zum Ferret-Passe und über denselben hinaus nur in der Steilheit variirt, in grösserer Annäherung an die Mont-blanc-Kette in vertikale Stellung übergeht und sich so an den Rand der zu einem „Fächer“ zusammengepressten besonderen Mulde dieser Kette anschliesst. Die Walliser-Mulde ist somit an beiden Enden vollkommen geschlossen. Die ganze Schichtenmasse vom Simplon bis zum Ferret-Thale bietet nun nicht allein im Grossen Spuren unregelmässiger Neigungen in den einzelnen Gebirgsstücken zwischen den Thälern dar, welche bald mehr gegen West, bald mehr gegen Ost ihre meridiane Neigung abändern, sondern es zeigen die Schichten ausserdem im kleinen und kleinsten Massstabe eine höchst mannigfaltige und merkwürdige Krümmung und Faltung, durch welche sie wie zusammengeschoben erscheinen — wenn gleich diese „Zusammenschiebung“ wohl weniger von einem Seitendrucke durch die Erhebung der Muldenränder herzuleiten, als vielmehr die Folge der Streckung der Schichten selbst ist, die ich als die Ursache der Faltung der Oberfläche und der Gebirgsbildung ansehen muss.

Betrachtet man die Ketten, welche die südlichen Wallis-Thäler trennen, als Reste des Schichtenbaues einer Mulde, welche zwischen den tief eingerissenen Thalscharten stehen geblieben sind, so hat die sonst wohl hervorgehobene²³⁾ Abweichung der Schichtenstellung von der Erstreckung dieser Ketten nichts Auffallendes mehr. Bemerkenswerther ist dagegen der Mangel einer bestimmten Beziehung zwischen der

²³⁾ Studer: Lehrbuch der phys. Geogr. II, p. 210.

Vertheilung und Richtung der Berge und Thäler einerseits und der petrographischen Beschaffenheit der Gesteine andererseits. Bis jetzt ist nämlich in den zernagten Ruinen der Gebirgsmasse — denn nur Ruinen sind es, die gegenwärtig als Überrest der Erosion uns noch vorliegen — nicht der geringste Zusammenhang zwischen obigen Faktoren nachweisbar; vielmehr scheinen Berg- und Thalbildung einerseits und die Vertheilung des Gesteinscharakters andererseits durchaus unabhängig von einander zu sein. Die Gneuss-Zone, welche vom Val-d'Aosta und Val-Pellina in Piemont über den Col-d'Erin nach dem Weisshorne und so zum Monte Leone fortstreicht und hier unmittelbar mit derjenigen der Gotthards-Mulde zusammenhangt und bis zum Quellenbezirke der Maggia sich ununterbrochen verfolgen lässt, durchschneidet alle Ketten und Thäler, ohne irgend einen Einfluss im Grossen auf die Gestaltung des Gebirges zu zeigen. Die grosse Serpentin-Masse von Val-Tournanche am Südgehänge der Piemontesischen Alpen, welche in der Fortsetzung der Hauptstreckung der aus Zermatt nach Saas, Antrona und Val-Vigizzo sich verbreitenden Serpentin-Zone liegt, erscheint jenseit wie diese diesseit des Hauptkammes von der Gestaltung des Terrains ganz unabhängig ²⁴⁾. Die Entstehung dieser Gesteine muss aus einer früheren Periode datiren, als die jetzige Gebirgsbildung.

Mit der bisherigen Auffassung der Gesteinsverhältnisse ist, wie überhaupt in den Alpen, so insbesondere auch in der Walliser-Mulde gar kein Verständniss zu verbinden. Seit der Plutonismus aus der Wissenschaft ausgewiesen worden, haben diese, keineswegs irgend streng abgeschlossenen, Parteen „krystallinischer“ Gesteine, welche man als „Zentralmassen“ zu bezeichnen liebte, in einer derartigen Absonderung durchaus keinen Sinn mehr. Auch sind sie in der That nicht krystallinischer, als die, in weiten Gebieten sie begleitenden, bald unterteufenden, bald überlagernden, bald mit ihnen wechselnden, ja in einer und derselben Schicht mit ihnen kontinuierlich und transitorisch verbundenen Schiefergesteine, deren manche, die man lange als „Thonschiefer“ zu be-

²⁴⁾ Studer a. a. O. II, p. 171.

zeichnen gewohnt war, in der That unter dem Mikroskope das feinste Gewebe von Glimmer-Täfelchen, Amphibol-Nädelchen und anderen Krystallchen oder krystallinischen, die Zwischenräume zwischen solchen erfüllenden „körnigen“ Mineralien darstellen; selbst das blosse Auge entdeckt dergleichen gar oft, bei genügender Sorgfalt der Beobachtung. Nicht Studer allein, auch Girard²⁵⁾ noch neuerlichst, versucht, die geotektonischen Verhältnisse des Wallis durch die Erhebung „plutonischer“ und durchaus plutonistisch gedachter Zentralmassen zu erklären; grössere Hauptmassivs sollen sich zuerst, kleinere Seitenmassivs vielleicht etwas später erhoben haben. Hält man sich statt dessen an die Muldenbildung, welche einfach und verständlich ist, keiner unerwiesenen Hypothese bedarf und aus Senkungen ebensowohl, wie aus Hebungen erklärbar ist, deren Hauptschichtenbiegungen an den Rändern mit untergeordneten Schichtenbiegungen im Innern der Mulde nothwendig verknüpft sein müssen, so kommt man zu anschaulichen Vorstellungen, denen bisher vielleicht nur eben ihre Einfachheit im Wege gestanden hat.

In Betreff der Altersbestimmung und Scheidung geognostischer „Formationen“ ist in der Walliser-Mulde bislang sehr Weniges anzudeuten. Ein sehr mächtiges Schichtensystem liegt vor uns, welches nur in dem ungeheuren Massstabe der Kalkschichten anderer Alpengegenden einen passenden Vergleich findet. Aber dieses Schichtensystem weist nicht nur in einem und demselben Profile eine sehr grosse Mannigfaltigkeit von Gesteinen auf, sondern bietet auch im Fortstreichen einer und derselben innig verbundenen Schichtenreihe in petrographischer Hinsicht Übergänge und Gegensätze dar, welche früher für unvereinbar gehalten wurden und welche erst durch die auf dem Studium der Pseudomorphosen und Metasomatosen basirten Erfahrungen über den Chemismus, den Stoffwechsel, die Entwicklungsgeschichte im Mineralreiche verständlich werden. Petrefakte fehlen im Innern der ganzen Mulde fast völlig. Studer scheidet eine Kalk-Formation, die als jurassisch bezeichnet wird, „graue Schiefer“ und „grüne Schiefer“ und „krystallinische Gesteine“ — vergeblich wird

²⁵⁾ Geol. Wanderungen, I, p. 102.

man diese Scheidung in der Natur suchen. Die geologische Karte der Schweiz trennt mit grell abstechenden Farben in scharfen Linien, wo ein unbefangenes Auge auch nicht die geringste Abgränzung wahrnimmt. Die „jurassischen“ Gesteine und die „grauen Schiefer“ sind eben die gleichen Schichten auf gleicher Streichungslinie; Studer trennt die „Schiefer“ vom Montblanc bis zum Einfisch-Thale, wegen der an einigen Punkten auftretenden Anthrazite, von den Schiefern östlich vom Einfisch-Thale²⁶⁾, welchen diese Spuren ehemaliger Vegetationen mangeln, während man vergeblich nach einem positiven Unterscheidungsmerkmale sucht und die einen, bei völlig ungestörter Lagerung, in der Streichungslinie der anderen und endlich beide in der Streichungslinie der „jurassischen“ Schichten auftreten. Es bleibt uns einstweilen nichts vergönnt, als die Untersuchung der Gesteine und ihrer Lagerung.

2. Die Gegend von Möril bis Naters.

Bei der Brücke von Grengiols rücken die südlich fallenden Schichten unmittelbar an das Ufer des Rhodan, werden in steiler Wand von demselben abgeschnitten, setzen aber durch das Bett desselben auf das rechte Ufer und ziehen sich, den vertikalen Schichten angedrängt, welche vom Deisch-Stalden westwärts daher streichen (Seite 38), westwärts in's Hochgebirge hinauf. Die ersten Schiefer, welche man hier trifft, sind jene „grünen Schiefer“, von welchen oben bereits gesagt wurde, dass sie gänzlich denen gleichen, die zwischen Niederwald und Viesch im Gombs-Thale anstehen, dort aber nordwärts unter die Grimsel-Mulde einschliessen, chloritische Talkschiefer, reich an Dolomit-Spuren und mit vielen Pseudomorphosen nach dessen Spathkörnern, auch von Adern und Knauern von Dolomit durchzogen und noch reicher an Adern und Knauern von Quarz, welche durchaus Substitutionen für Dolomitpath sind und Kerne von solchem oder, wo diese ausgezehrt sind, zellige, „zerhackte“²⁷⁾ Hohlräume enthalten. Auch Pyrit-Würfel sind

²⁶⁾ Geologie, I, p. 373.

²⁷⁾ Der „zerhackte“ Quarz, eine ausserordentlich häufige Erscheinung, ist durchweg auf solche Weise (nach Kalkspath) entstanden.

in diesem Schiefer stellenweise in Menge vorhanden. Lardy²⁸⁾ beschreibt ihn als einen dem Glimmerschiefer genäherten Thonschiefer, dessen Streichen hora 4 (von Ostnordost gen Westsüdwest) gerichtet und dessen Fallen unter 25° südwärts geneigt ist. — Eine halbe Stunde oberhalb Möril geht der Weg an porphyrartigem Granite hin. Über die Gegend des Gebirges bei Betten und Ried über den sogenannten Martinsberg zum Aletsch-Gletscher scheinen von Niemandem bisher Beobachtungen gemacht zu sein. Vermuthlich streichen die „grünen Schiefer“ hier durch und vermuthlich ist es auch hier auf dieser Streichungslinie, wo ehemals Topfstein zu Ofenplatten gebrochen wurde. Vielleicht sind es diese oder andere den „grünen Schiefen“ örtlich und verwandtschaftlich verbundene pyrithaltige Talkgesteine, welche am Aletsch-Gletscher das Bittersalz erzeugen, welches früher als „Gletschersalz“ gesammelt und viel versandt wurde²⁹⁾.

Von Möril westlich liegen auf den Wiesen Blöcke von schiefrigem Kalk, welcher viel Glimmer enthält und dadurch ein zum Verwechseln gneuss- oder granitähnliches Ansehen besitzt³⁰⁾. Wirklich wurden sie wohl für Granit gehalten und als solcher erwähnt³¹⁾. Ebel schliesst aus ihrem Vorkommen und ihrer Menge, dass daselbst ganze Gebirge dieses Gesteins eingestürzt sein müssen; sie stehen aber mit schwarzem Kalksteine in Verbindung, welcher mit demjenigen des Betzberges im Urseren-Thale die grösste Übereinstimmung zeigt und welcher mit steilem, südwärts gerichtetem Fallen ebenso fallenden Gneussen angelagert ist³²⁾. Weiter gegen Naters treten die Berge, welche bei Möril etwas zurückgewichen waren, wieder hart an den Rhodan. Ein prachtvoller Fels, die Hochfluh genannt, erhebt sich als eine kolossale Schichtentafel von „Gneuss“, in hora 4—5 (von Ostnordost gen Westsüdwest) streichend und unter 75°

²⁸⁾ Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 144.

²⁹⁾ Gruner: Versuch einer Mineralbeschreibung Helvetiens, p. 150.

³⁰⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 144.

³¹⁾ Ebel: Anleitung, die Schweiz zu bereisen. II. 2te Ausgabe, 1804. p. 161, Artikel: Brieg.

³²⁾ Studer: Geologie, I, p. 180.

südwärts fallend³³⁾. Das Gestein steht einem Glimmerschiefer sehr nahe und enthält sehr viel Kalk³⁴⁾. Richtiger wohl würde man es als einen Kalkstein bezeichnen, dessen Masse, nachdem sich Glimmer in ihm entwickelt hatte, theilweise und an manchen Stellen überwiegend durch Feldspath ersetzt wurde. Auch Lardy sagt sehr treffend, er ähnele sehr dem glimmerhaltigen schiefrigen Kalke, welcher unfern Sitten getroffen wird. Auch steht dieses Gestein mit dem vorhin erwähnten gneussähnlichen glimmerreichen Kalksteine in Verbindung. Man hat hier eine vorzügliche Gelegenheit, die Identität der Schichten von Kalkstein und Gneuss zu erkennen. Manche Gesteine, welche man mit den glimmerreichen Kalken verwechseln könnte, denen sie in der That sehr ähnlich sind, enthalten statt des Kalkes Quarz. Letzterer ist hier wirklich, wie auch anderswo so häufig und allgemein, als Substitut für den Kalk entstanden. „Gneuss und Quarzglimmerschiefer“ erwähnt Saussure als herrschende Felsarten in der Gegend von Möril und Naters³⁵⁾.

Jenseit des Rhodan, auf dessen linkem Ufer, sieht man überall bis hieher und auch weiter abwärts die Schiefer von der Brücke von Grengiols fortstreichen. Hier vor der Hohenfluh stellt sich die Auflagerung derselben auf dem glimmerigen und gneussartigen Kalk vollkommen dar, indem man im Bette des Rhodan die abgeschliffenen und ausgefurchten Schichtenköpfe der steil südwärts fallenden Schichten wie Wagengeleise in einem Wege hinstreichen sieht und jenseits unmittelbar Schicht auf Schicht das linke Thalgebänge hinan verfolgt, welches zum Kleenhorn über dem Rosswald-Passe ansteigt. In einem vom Kleenhorne herabkommen- den Tobel zeigt sich Gyps in regelmässiger Lagerung im „Thonschiefer“³⁶⁾, und man verfolgt dessen Streichen weithin mit den Blicken, da er als weisses Band zwischen den dunkeln Schiefermassen sich hinzieht. Jenseit des Kleenhorn trifft das Profil auf der Stadtalp und am Rosswald-Passe die oben (Seite 76) erwähnten, steil nordwärts fallenden oder

³³⁾ Ich selber notirte das Fallen im Mittel zu 65°.

³⁴⁾ Lardy a. a. O.

³⁵⁾ Voyages, IV, p. 327, §. 2119.

³⁶⁾ Lardy a. a. O.

vertikalen Gyps- und Dolomit-Schichten zwischen Gneuss im Liegenden und „grauen Schiefern“ im Hangenden, somit in vollkommen kontrastirender Lagerung.

Der Schiefer tritt wenig weiter abwärts auch auf das rechte Rhodan-Ufer herüber. Oberhalb der Massa-Brücke steht er wieder an, jener „glimmerschieferartige Thonschiefer“ mit kleinen Kalklagern, ganz das Gestein, wie man es im Rhodan-Thale bis Charaz bei Martinach fast nie aus den Augen verliert³⁷⁾. — Hier mündet das Blindtobel und ergiesst den mächtigen Strom der kalten Massa in den Rhodan, den Abfluss der Aletsch-Gletscher. Nur wenig oberhalb befindet sich das Ende des Langen-Aletsch-Gletschers, des längsten aller bekannten Gletscher, welcher aus der weiten Firmulde zwischen den Viescher-Hörnern, der Jungfrau-Kette und dem Aletschhorne entspringt und, den Firn abgerechnet, als eigentlicher Eisgletscher gegen 2000 Meter lang ist. Seine Oberfläche beträgt 110,000,000 Quadratmeter. Wir begegneten demselben bereits auf der Grimsel-Mulde oberhalb Viesch, wo er zwischen vertikalen Gneuss-Schichten sich durchwindet. In Schlangenbiegungen, einem Strome ähnlich und den Mittleren- und Oberen-Aletsch-Gletscher als Zuflüsse aufnehmend, zieht er sich gegen Südwest herab, bis er endlich, südwärts gerichtet, in 1347 Meter Meereshöhe endigt. An seinem rechten Ufer befindet sich ein Weiler, der vor 200 Jahren weit vom Gletscher entfernt lag, während er jetzt von dessen Moräne verschüttet wird. Mit seinem linken Ufer greift er unmittelbar in Waldung ein, deren mindestens hundertjähriges Alter gleichfalls bezeugt, dass vor der jetzigen Vorrückungsperiode eine Zeit stattfand, in welcher dieser Gletscher, wie andere desselben Gebirges, weit weniger vorgestreckt waren. So erweist sich überall, dass die Natur sich bewegt in stetem Wechsel.

Studer³⁸⁾ bezeichnet die Gesteine, welche zwischen Möril und Naters mit steilem südlichen Fallen auftreten, als Talkgneuss und Talkschiefer, welche bei Naters selbst dann in wahre Protogyn-Gneusse übergehen, denen

³⁷⁾ Lardy a. a. O. p. 139.

³⁸⁾ Geologie, I, p. 177.

die schiefrige Struktur mangelt und deren bauchige Felsbildung als charakteristisch hervorgehoben wird. In der Nähe der Rhodan-Brücke bei Naters stehen rechter Hand Gneuss-Felsen an, welche mit Quarz-Adern von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuss Mächtigkeit durchzogen sind, ganz wie die grünen Schiefer es zu sein pflegen³⁹⁾. Jene Schiefer bilden auch bis hieher das linke Rhodan-Ufer, woselbst sie in grosser Mächtigkeit am sogenannten Termen-Berge oberhalb Brieg aufgeschlossen sind. Sie enthalten Zwischenlagen von grauen Kalkschiefern, mit denen sie innig verbunden sind. Am Termen-Berge zeigt sich unter diesen Schiefern lagernd die oben erwähnte Gyps-Masse in ziemlich bedeutender Mächtigkeit. Weiter oberhalb lag dieselbe in beträchtlich höherem Niveau und man sah auch unter ihr mächtige Schiefer-Massen. Ganz allmählig hat sie sich bis zum Niveau des Flusses herabgesenkt; der unterteufende Schiefer ist bereits ganz unter dem geschiebereichen Strombette verborgen. Auch das weitere Fortstreichen des Gypses verbirgt sich unter demselben. Am Termen-Berge, woselbst dieser Gyps mehrfach der Gegenstand geognostischer Untersuchungen wurde, etwa 2000 Meter nordöstlich von Brieg, ist das Streichen seiner wohlerkennbaren Schichten von Ostnordost gen Westsüdwest, sein Fallen unter 45° südwärts gerichtet⁴⁰⁾. Er enthält Überreste, Kernstücke, von dem dichten Kalksteine, als dessen Umwandlungsprodukt man ihn betrachten darf⁴¹⁾. Ausserdem findet sich in ihm Talkglimmer, silbergrau, in's Grünliche, etwas faserig, welcher auf den Absonderungsflächen des zum Theil etwas schiefrigen Gypses einen firnissähnlichen Überzug bildet⁴²⁾. Über dem Gyps-Lager liegt zunächst weisslichgrauer körniger Kalkstein, schiefrig, glimmerreich, von dunklerem Kalksteine bedeckt. Dann folgt schwärzlich gefleckter, mit Säuren brausender Kalkschiefer, dann lichter, ebenfalls aufbrausender Kalkschiefer mit isolirten Glimmer-Blättchen, welcher in hohem Grade übereinstimmt

³⁹⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 143.

⁴⁰⁾ Brochant in den Annales des mines. 1817. p. 287.

⁴¹⁾ Brochant im Bulletin de la soc. philomat. de Paris. 1816, Avril, p. 61 ff. — Leonhard's Taschenbuch. 1817. p. 220.

⁴²⁾ Brochant: Annales des mines. 1817. p. 273.

mit dem Schiefer, der den Anthrazit im westlichen Theile der Walliser-Mulde — in der Gegend von Sitten — zu begleiten pflegt. Diese Gesteine besitzen zusammen eine Mächtigkeit von nur einigen Metern⁴³⁾.

3. Profil vom Bietschhorne über den Simplon und Zwischbergen bis Antrona.

Wir treten ein in das Profil von Brieg. Nordwärts von Naters, im Kelch-Thale hinauf bis zur Höhe des Bietschhornes zeigen sich überall nur krystallinische Gesteine, vorherrschend gneussartige Silikat-Gemenge, stets Schicht an Schicht gelagert, mit steilem südlichen Fallen. Den Grund des Rhodan-Thales bedeckt Schutt und Gerölle. Der Hügel, an dessen Abhange Brieg liegt, besteht aus den vom Termen-Berge her hier durchstreichenden Schiefer. Schutt mit Gneuss-Blöcken, welche vom Monte-Leone herkommen, bedeckt den Fels fast überall; wo man den letzteren entblösst findet, zeigt sich „grauer Schiefer“, d. h. Kalkschiefer, dessen südostwärts gerichtetes Fallen je weiter aufwärts desto steiler erscheint⁴⁴⁾. Auf der alten Simplon-Strasse trifft man eine Stunde oberhalb Brieg auf den ersten anstehenden Fels. Es ist Kalk-Glimmerschiefer, welcher fast genau von Ost gen West streicht und dabei fast vertikal steht⁴⁵⁾. Wir befinden uns hier auf der Streichungslinie der Stadtalp und des Rosswald-Passes, woselbst eine ähnliche Schichtenstellung stattfindet (Seite 78). Die bei Naters südwärts eingesunkenen Schichten scheinen hier wieder hervorgehoben zu sein und stehen steil nordwärts fallend oder vertikal als Gegenflügel jener schmalen Fortsetzung der Walliser-Mulde, welche schon in der Gegend von Grengiols beginnt; die eigentliche Ausbreitung der Walliser-Mulde beginnt erst von Naters und Brieg und vom Simplon. — Wenig weiter nähert sich der Weg der in tiefem Schlunde brausenden Saltine, deren Lauf die Schichten normal schneidet. Immer die nämliche Felsart begleitet uns noch drei Viertelstunden

⁴³⁾ Brochant a. a. O. p. 287.

⁴⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 221.

⁴⁵⁾ Saussure, Voyages, IV, p. 330, §. 2122.

weiter; das Streichen ändert sich aber, indem es gleichsam gegen Süden umbiegt, so dass es bald von Nordnordost gegen Südsüdwest gerichtet ist; doch bleiben die Schichten immer vertikal. Hier, an einer Stelle, wo der Weg sehr schmal ist, zeigen sich die vertikalen Schichten wellenförmig gebogen; der Kalkgehalt tritt in ihnen mehr zurück, der Glimmer ist weiss und sehr glänzend. Bei der Krontbruck, welche sieben Viertelstunden von Brieg die Gantherschluft überjocht, werden die Schichten des Kalk-Glimmerschiefers eine Strecke weit horizontal, aber gleich jenseit sind sie wieder vertikal ⁴⁶⁾. — Die neue Simplon-Strasse durchschneidet etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden von Brieg vertikale Lager von grauem, körnigem Kalk und schwarzem Schiefer mit Quarz-Knauern und zwischengelagerten Quarz-Schichten. Bei Berisal ist das Streichen und Fallen unregelmässig, und nun steigen unter den „grauen Schiefen“, und scharf von denselben getrennt, grüne Talkschiefer in grossen ebenen Tafeln auf, welche hier unter 45^0 gegen Nordwest fallen, also entschieden den Schiefen des Termen-Berges und von Naters entgegen. Dann folgen Glimmerschiefer und Gneuss, deren Schichten zwar stellenweise wieder gegen Süden fallen, aber das nördliche Fallen kehrt immer zurück und bleibt entschieden vorherrschend, und noch unterhalb der Schalbet-Galerie und dem Abflusse des Kaltwasser-Gletschers, der aus einem tief in das Hochgebirge zwischen Mäderhorn und Schönhorn eingreifenden Spaltenthale hervorkommt, sind diesen Gesteinen Schichten von Hornblend-Schiefer untergeordnet, welche merkwürdige zickzackförmige Faltungen und Knickungen zeigen. Das Streichen und Fallen der Schichten wechselt ziemlich häufig; gleichwohl ist es im Mäderhorne und bis zur Mitte des Kaltwasser-Gletschers entschieden vorherrschend nördlich gerichtet ⁴⁷⁾. — Auf der alten Strasse herrschen, wie es scheint, in grösserer Einförmigkeit noch immer die oben erwähnten Kalk-Glimmerschiefer, aber etwa fünf Viertelstunden von der Krontbruck und also drei Stunden von Brieg, nahe vor dem Weiler Tavernette,

⁴⁶⁾ Saussure a. a. O. p. 331.

⁴⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 221.

ändert sich die Beschaffenheit dieser Felsart, indem, statt des Kalkes, mehr und mehr Quarz zwischen den Glimmer-Blättern erscheint und der erstere sich bald kaum mehr durch ein geringes Blasenwerfen bei der Befeuchtung des Gesteins mit Säuren verräth. Wo man, drei starke Viertelstunden des alten Weges von Tavernette, die Passhöhe erreicht, ist das Gestein schon wahrer Gneuss geworden; Quarz und Feldspath walten statt des Kalkes, der Glimmer ist obendrein hier in geringerer Menge vorhanden und bekleidet oft nur die Ablösungen der Schichten⁴⁸⁾. — An der südlichen Seite des Kaltwasser-Gletscher-Thales und im Schönhorne ist der Schichtenfall entschieden südlich oder vielmehr, genauer, südwestlich, so dass also das genannte Thal offenbar als ein antiklinales betrachtet werden muss. Von der Südseite dieses Thales über die ganze Höhe des Simplon-Passes, auf welcher wir uns nun befinden, bis Algaby (Gsteig) ist das Fallen der Schichten ziemlich konstant westsüdwestlich (S₅₀W) geneigt. Die Strasse ist vom Hospiz, am Fusse des Schönhornes, bis Simpelen in einem isoklinalen Längenthale eingeschnitten⁴⁹⁾, indem sie dem gegen Südost gerichteten Streichen der Schichten folgt. — Auf der alten Strasse fand Saussure⁵⁰⁾ dasselbe Verhältniss. Die Neigung der Gneuss-Schichten ist auf dem Passe und in den Bergen, welche diesen östlich beherrschen, unter 30° gegen West oder Westsüdwest geneigt. Auf der Höhe des Passes, vom Spital bis Simpelen, bestehen sie aus glimmerschieferartigen, feinflaserigen Gneussen und aus Glimmerschiefer⁵¹⁾. — Von Simpelen abwärts läuft das Thal, welchem auch der Krummbach folgt, den man, nach der Vereinigung der alten und neuen Strasse, nahe vor Eggen überschreitet, von Westnordwest gen Ostsüdost, und die Schichten streichen ebenso und fallen unter 30° gegen Südsüdwest⁵²⁾. Bei Simpelen und Gsteig beobachtete auch Studer⁵³⁾ das Fallen des Gneuss-

⁴⁸⁾ Saussure: Voyages, IV, p. 332, §. 2123.

⁴⁹⁾ Studer a. a. O. p. 222. Das Streichen ist p. 220 S₄₀ O, statt S₄₀ W, angegeben, jedenfalls durch ein Versehen.

⁵⁰⁾ Voyages, IV, p. 333, §. 2124.

⁵¹⁾ Studer a. a. O. p. 220.

⁵²⁾ Saussure a. a. O. — ⁵³⁾ A. a. O. p. 221.

ses gegen Südsüdwest (S₂₅ W). Saussure bezeichnet die Schichten, welche von Simpelen abwärts die Strasse begleiten, als Gneuss oder Quarz-Glimmerschiefer. — Durch den Umstand, dass man so lange Strecken immer auf der nämlichen Streichungslinie bleibt, erklärt sich die grosse Eintönigkeit der Gesteine auf dem Simplon-Passe⁵⁴).

In der gewaltigen Bergkette, welche westlich über dem Simplon-Passe sich erhebt, liegen alle Schichten gegen Westen eingesenkt, denen des Simplon-Passes aufgelagert. Auf dem wenig betretenen Passe, welcher vom alten Simplon-Spitale durch den Hintergrund des Nanza-Thales hinüberführt nach Visp-Terminen, einem Dorfe im oberen Theile des Visp-Thales, hoch über dem Eingange desselben, zeigt sich nur Glimmerschiefer. Nur solcher oder „wenig entwickelte“ Gneusse finden sich auch in der Gegend zwischen Simpelen und dem Saas-Visp-Thale über den Furkel-Pass und im Hintergrunde des Thales von Zwischbergen. Die Umgebung des Fletschhornes ist fast noch völlig unbekannt⁵⁵). Von diesem Horne hängt gegen Simpelen der Rossboden-Gletscher herab, der unterhalb seines jetzigen Endes in dem Thale, durch welches sein Schmelzwasser als Senkelbach in den Krummbach abfliesst, vier grössere, erkennbare Moränen zurückgelassen hat, von denen die äusserste fast 7000 Fuss von ihm entfernt ist und durch ihre Dimensionen eine Dicke des Gletschers von mindestens 200 Fuss voraussetzt. Dieser Gletscher ist es, welcher mehrfach das Thal unter ihm bedrohte und zum Theil wirklich verheerte.

Verfolgen wir zunächst die Simplon-Strasse weiter, welche fortwährend dem Krummbache folgt, der aber seit seiner Vereinigung mit dem bei Algaby von dem Laquin-Gletscher des Laquinhornes zuströmenden Laquin-Bache (oder der Quirna oder Lavina) den Namen Doveria, auch Veriola oder Vedro führt und dem Thale den Namen Val Vedro giebt. Zwischen Algaby und Gondo sieht man am Berge zur Linken eine sechs Fuss dicke, ganz aus Krystallen bestehende Kalkschicht, fast horizontal, nur schwach gegen Nordwest eingesenkt zwischen ganz

⁵⁴) Studer a. a. O. p. 220. — ⁵⁵) Studer a. a. O.

ebenso gelagerten Gneuss-Schichten⁵⁶⁾. Es ist die äusserste Fortsetzung der hier so zusammengeschwundenen Kalk- und Dolomit-Massen, deren Profil wir von dem Levi-Passe bis Campo in so ungeheurer Mächtigkeit durchschnitten und bis hieher verfolgt haben (Seite 75). Dieser nämliche Kalk erscheint auch in dem Gebirge der rechten Thalseite, schon in der Nähe von Algaby, und er erstreckt sich hier bis an den Eingang des von Nordost gen Südwest sich in das Gebirge hinaufziehenden Val-Vaira, des Thales von Zwischbergen, in welchem aufwärts man ihn weithin am nördlichen Gehänge verfolgt. Er ist gegen Westen geneigt. Bei Algaby, wo er fast den Thalgrund erreicht, beträgt seine Mächtigkeit nur etwa zwei Meter. Allein gegen den Eingang von Val-Vaira hin wächst seine Mächtigkeit mehr und mehr. Er erscheint hier in dem Gebirge zwischen Val-Vaira und Val-Vedro auf gleiche Weise in den Gneuss eingeschaltet, wie am Nordrande der Grimsel-Mulde im Mettenberge, Wetterhorne, Laubstocke u. s. w.⁵⁷⁾. Offenbar ist er selber eine Fortsetzung der Marmor- und Dolomit-Massen von Monte-Cistella und der Veglia-Alp. — Unter ihm tritt Gneuss hervor, ebenfalls schwach gegen Westen geneigt, und tiefer Granit⁵⁸⁾. In der engen Stromschlucht oberhalb Gondo oder Im-Gontz herrscht gneussartiger Granit (granit veiné), in horizontalen Bänken gelagert, aber oft mit so vollkommener vertikaler Zerklüftung, dass man diese für Schichtung nehmen könnte. Die horizontale Lagerung herrscht bis Davedro im Thale abwärts; die Felsart ist ein blättriger Granit oder Gneuss in dünnen Schichten⁵⁹⁾. Der Granit, welcher anfänglich nur durch die kanalähnliche Thalschlucht von Val-Vedro aufgeschlossen ist, verbreitet sich südwärts über Isella und Davedro bis nach Crevola, fünf Dritteltunden unter Davedro⁶⁰⁾. Von Varzo ab ist vertikale Schichtung herrschend. Von plutonistischer Auffassung ausgehend, möchte Studer den Granit

⁵⁶⁾ Saussure: Voyages, IV, p. 334, §. 2125.

⁵⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 388. 389.

⁵⁸⁾ Studer a. a. O. p. 389.

⁵⁹⁾ Saussure: Voyages, IV, p. 335, §. 2127.

⁶⁰⁾ Studer a. a. O.

als den Sitz der Kraft betrachten, welche hier das Kalkgebirge zersprengt habe. Allein er wirft sich selber ein, dass das Auftreten von Granit und Gneuss nirgend in den Alpen mit der jetzigen Thalbildung in einem Kausalzusammenhange stehe, vielmehr die Gesteinbildung der zu Tage ausgehenden Massen offenbar der Thalbildung vorausgegangen zu sein scheine; dass ferner Granit und Gneuss in der ganzen Ausdehnung der Tessiner-Alpen in so enger Verbindung stehen, dass man ihre Entstehung unmöglich trennen könne, während andererseits Gneuss und Kalk miteinander in so innigen Beziehungen verflochten sind — Studer redet von „Umwicklung des Kalkes durch den Gneuss und gegenseitiger Durchdringung beider“ — dass die Begränzung des Kalkes und seine Umwandlung zu Marmor und Dolomit mit der Gneuss-Bildung selber nothwendig zusammenfallen müsse⁶¹⁾. Diese aus richtigen Beobachtungen gezogenen Schlüsse erhalten verständliche Form, sobald man auf den Plutonismus von Granit und Gneuss verzichtet und dieselben als Umwandlungsprodukte des Kalkgebirges selber anerkennt. — Betrachtet man nur das Profil des Simplon allein, so muss man, mit Saussure, finden, dass dessen Nord- und Südseite in den petrographischen ebenso, wie in den stratigraphischen Verhältnissen von einander abweichen, wie ihre ganze Physiognomie eine völlig verschiedene ist. Allein ergänzt man das Profil durch das Rhodan-Thal bis auf den Kamm der Berner-Alpen, so stellt sich in petrographischer Beziehung eine bemerkenswerthe Symmetrie heraus.

Treten wir nun in Val-Vaira ein, dessen goldsandführendes Thalwasser zu den im Gneuss aufsetzenden goldhaltigen Kieslagern hinführt, auf welche in diesem Thale an einigen Punkten seit 1741⁶²⁾ Bergbau betrieben wird. Das von Alga by thalabwärts verfolgte, immer höher am Thalgehänge hinaufgerückte Marmor-Lager zieht sich am linken (nördlichen) Gehänge des Thales von Zwischbergen aufwärts. Es erscheint auch auf der rechten (südlichen) Thalseite. Das Thal ist ein antiklinales. Von Gondo an den Wasser-

⁶¹⁾ Studer: Geologie, I, p. 390.

⁶²⁾ Pater Sigism. Furrer's Geschichte des Wallis, p. 387.

fällen des Thalbaches hinaufsteigend beobachtet man den Gneuss, welcher unter dem Marmor-Lager liegt. Der Marmor der rechten Thalseite, welcher wohl eine Stunde weiter oberhalb den Thalboden durchstreicht, fällt gegen Südost. Über ihm liegt Gneuss und Glimmerschiefer mit Granaten und ein mit Glimmer und Quarz gemengter körniger Kalkstein, welcher mit Gneuss-Streifen verwachsen ist. Auf der linken Thalseite erscheint der Marmor in einer bis 40 Meter hohen Felswand und fällt mit seiner Gneuss-Bedeckung nordwestwärts⁶³⁾. Der Marmor der rechten Thalseite ist auch noch, wo er den Thalgrund erreicht, gegen Osten geneigt. Weiter aufwärts aber verliert sich der antiklinale Charakter des Thales vollends, indem das Fallen der südlichen Thalseite, welches obendrein nunmehr ein südliches wird, auf die nördliche Thalseite hinübergreift und die Gneuss- und Glimmerschiefer-Schichten desselben beherrscht⁶⁴⁾. Diese Schichtenstellung gehört aber bereits einem neuen und ausserhalb unseres Gebietes liegenden geotektonischen Reviere an, dessen südliche Schichtenneigung sich im Val-Bugnanco in grosser Verbreitung zeigt. Dagegen tritt weiter in Zwischbergen aufwärts gegen die Alp Bajonasca hinauf selbst am rechten Thalgehänge nördliches Fallen unter veränderlichem Winkel in den dort sehr verbreiteten „grauen“ taligen Schiefern und körnigen Kalkschiefern auf, welche mit Abänderungen von „grünen“ Schiefern verwachsen sind. Auf der rechten Thalseite erheben sich hier die nackten, in ihren Einschnitten Gletscher und Schneefelder tragenden Felsmauern, welche Zwischbergen vom Saas-Thale trennen und welche der Kette des Fletschhornes und des Weissmies angehören. Das Fallen gegen dieselben hin ist anfangs ziemlich steil, gegen die Höhe aber fallen die „grauen Schiefer“ und Glimmerschiefer unter geringem Winkel, immer jedoch gegen Norden⁶⁵⁾. Der Gletscher-Pass, welcher hier über das Gebirge führt und auf welchem man binnen vier Stunden von Bajonasca nach Saas (hier

⁶³⁾ Studer: Geologie, I, p. 388. 389.

⁶⁴⁾ Studer a. a. O. p. 239.

⁶⁵⁾ Studer a. a. O. p. 221.

Val-Zosa genannt) gelangt, läuft neben einer hohen Bergpyramide, in welcher sich im Hintergrunde des Zwischbergen-Thales der die rechte Thalwand bildende Grat an die Weissmies- und Fletschhorn-Kette anschliesst. Über letzteren Grat führt auch ein Pass, Passo-della-Pietra, nach Checcio im Antrona-Thale. Wir folgen demselben den schroffen Abhang hinauf. Glänzende, graue Glimmerschiefer, worin auch wohl Feldspath vorkommt, ohne dass sie jedoch zu wahrem Gneuss ausgebildet erschienen, bilden die Höhe des Passes. Ein mehrere Meter mächtiges Lager körnigen Kalkes und „grüne Schiefer“ sind dem Glimmerschiefer untergeordnet. Die Schichten stehen vertikal oder fallen steil gegen Westen. Diese letztere Schichtenstellung herrscht auf dem Abhange gegen das Antrona-Thal. Die Glimmerschiefer halten an, am steilen Abfalle vom Passe bis zu der Alphütte, von welcher abwärts bis zu dem wohl 650 Meter tiefer gelegenen Rossboden „grüne Schiefer“, Chloritschiefer und Serpentin-schiefer vorherrschen. Der westlich durch den Portiengrat vom Saas-Thale geschiedene, ganz gegen Südwest in's Gebirge hinaufgezogene Hintergrund des Antrona-Thales endigt mit einem vom Sonnighorne niederhangenden Gletscher. Der Rossboden, eine breite, vollkommen ebene, mit Kies und Sand, sparsamer Weide und Gesträuch bedeckte Fläche, offenbar ein Gletscherboden, wendet sich abwärts bald gegen Ost und dann gegen Südost. Anstehende Gesteine findet man hier nicht. Bei Checcio aber, zwei Stunden unterhalb des jetzigen Gletscherendes, ist das Thal durch einen interessanten Blockwall gesperrt, welcher einer Endmoräne überzeugend ähnlich und vom Thalwasser durchbrochen ist. Chloritschiefer und Glimmerschiefer, in westwärts oder südwestwärts fallenden Schichten, finden sich abwärts von Checcio bis nach Antrona, und die Terrasse, auf welcher letzterer Ort steht, ist von Gebirgen umgeben, die ein verworrenes Gemenge von Hornblend-Gesteinen, Serpentin, Chloritschiefer und stark glänzenden Glimmerschiefern sind, ohne erkennbare Regelmässigkeit der Schieferung und der Gesteinsfolge. Westlich von Antrona, am kleinen See von Ronc, sieht man indessen diese Gesteine unter den

schwach nach Westsüdwest ($S_{65}W$) fallenden granitischen Gneuss mit grossen Feldspath-Krystallen, die Fortsetzung des Gneusses des Monte-Moro und der Antrona-Furke, einsinken. Dagegen stehen die Gneuss-Schichten im mittleren und unteren Antrona-Thale vertikal⁶⁶⁾.

4. Der Abhang der Berner-Alpen von Naters bis Leuk.

Die Verhältnisse des Kelch-Thales bei Naters streichen westwärts fort. Das Gradetzer- oder Mund-Thal, welches vom hohen Bietschhorne sich gegen Südsüdost herabzieht, bietet dieselben Verhältnisse dar. Westlich von dem Ausgange dieses Thales, unterhalb Mund, befindet sich, am Fusse des Gradetzhornes die Therme des Brieger Bades, auch Bad von Glys oder Naters genannt. Diese Quelle, welche in einer Höhe von 675 Meter im Niveau des Rhodan-Thales entspringt und deren Temperatur durch die Nähe kalter Quellen beeinträchtigt wird, aber gleichwohl noch etwa $30^{\circ} C.$ beträgt⁶⁷⁾, ist kaum zugänglich. Der Weg zu derselben geht, nachdem man bei Gamsen, unterhalb Brieg, den Rhodan überschritten hat, zwischen Felsen zur Rechten und dem Wasser der Rhodan-Sümpfe zur Linken und steht sehr häufig ganz unter Wasser. Der Quell selbst entspringt in einer Felskluft, die fast wie ein Einfahrstollen mehrere hundert Schritte weit sich in den Berg erstreckt und eben einem Menschen den Zutritt gestattet. Vor der Mitte des 17. Jahrhunderts war er viel besucht, und die in der Nähe befindlichen Weiler Ober- und Unterbad verdanken ihm ihre Entstehung. Obwohl der Fels am Quell ein chloritisches Schiefer-Gestein ist, welches zwischen granitischen, in Gneuss und Talkgneuss übergehenden Schichten lagert, deren Stellung eine steil südlich geneigte ist, so ist doch der Gyps-Gehalt des Wassers ein Beweis seiner Berührung mit den vom Termen-Berge (Seite 94) her hier durchstreichenden

⁶⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 238. 239.

⁶⁷⁾ Die Angaben über die Temperatur schwanken von $24^{\circ} R.$ (Bakewell im Philos. Magazine. Jan. 1818. p. 14) bis $37^{\circ} R.$ (Leuthy: Geogr.-statist. Handlexikon der Schweiz, Artikel: Glys). 30° bis $32^{\circ}_5 C.$ giebt an das Neujaarsblatt der Naturf. Gesellschaft in Zürich. 1855. p. 16.

Gyps-Massen, und dass letztere nicht sehr tief unter der Oberfläche ihr Ausgehendes haben müssen, beweist sich durch den Gyps-Gehalt einer ganz nahe ausserhalb der Felsenkluft entspringenden kalten Quelle. Schon Scheuchzer⁶⁸⁾ wies diese Übereinstimmung nach. Die Therme ist offenbar ein zwischen den Schichten aus der Tiefe aufsteigender, das kalte Wasser ein absteigender Quell. Eine Analyse des Wassers ist leider aus neuerer Zeit gar nicht vorhanden; allgemein dagegen ist die Vergleichung desselben mit dem Leuker Wasser und sicher der beträchtliche Gyps-Gehalt; doch wird die Quelle auch als „salinische“ bezeichnet⁶⁹⁾. Sie strömt periodisch mit ungleicher Stärke: „Mense Maio, cum prata rigantur, abundantius effluit, obstructo meatu et canali altius posito effluere desinit“ sagt Collinus⁷⁰⁾. Diese, ihrer Erklärung nach sicherlich grundlose, Periodizität ist leider niemals einer eigentlichen und regelmässigen Untersuchung unterzogen, deren Resultat uns grosses Interesse darbieten würde.

Westlich von dieser Therme tritt die kalkige Beschaffenheit der Gesteinschichten wieder so sehr hervor, dass Studer's geologische Karte wieder die blaue Farbe des „jurassischen“ Kalkes anwendet; aber es ist in der Natur kein leisester Grund zu einer derartigen Scheidung, wie die scharfe Gränze zwischen der blauen Kalkfarbe und der rothen Gneussfarbe es vermuthen lassen könnte. — Steil südwärts einschliessende Felstafeln herrschen weiterhin bis zum Eingange in das Baltschieder-Thal. Sie erscheinen den, höher hinauf im Gebirge immer mit demselben Streichen und Fallen herrschenden, Schiefern und gneussartigen Gesteinen konform aufgelagert.

Die nördliche Thalseite des Rhodan-Thales ist hier und weiter westwärts ausserordentlich malerisch; besonders treten ihre Schönheiten hervor, wenn man von Turtman aufwärts reist. Die Strasse geht auf der linken Seite des Stromes hin, so dass das Auge auf der nördlichen Thalwand ruht, deren allgemeine Abdachung aus der Oberfläche der süd-

⁶⁸⁾ Beschreibung der Naturgeschichten des Schweizerlandes, III. 1708. p. 124. — Helvetiae Hydrographia. 1717. p. 318.

⁶⁹⁾ Neujahrsblatt der Naturf. Gesellschaft in Zürich. 1855. p. 16.

⁷⁰⁾ De Sedunorum Thermis, in Jos. Simler: Vallesiae descriptio. 1574. fol. 147, b. De Brygiensium Thermis.

südöstlich fallenden, von Ostnordost gen Westsüdwest streichenden Felsschichten besteht. Da aber die Streichungslinie des Thales hier gerade von Ost gen West läuft und somit das Streichen der Schichten von derselben einigermaßen geschnitten wird, so treten thalaufwärts vom Liegenden zum Hangenden, wie die Seitenränder der Schieferplatten eines Daches, immer neue Schichtenränder hervor, die westsüdwestlichen an dem Berggehänge herablaufenden Abschnitte der gegen das Thal ausstreichenden Schichten oder vielmehr ganzer Schichtenreihen, welche vermuthlich durch den Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit so abgetheilt sind. Tiefe, enge Thalspalten, von denen einige die Öffnungen bedeutender, aber dem Blicke fast ganz verborgener Seitenthäler sind, durchfurchen die riesenmässigen, schief liegenden Felsplatten. Die Bewohner der benachbarten Gegenden haben mit vielbewunderter Kühnheit ihre Wasserleitungen, *Suonen* genannt — eine der grössten landwirthschaftlichen Merkwürdigkeiten des Wallis — aus den unzugänglichsten Klüften und Abgründen hervorgeführt, zum Theil, und mit besonderer Vorliebe, wegen der befruchtenden Eigenschaft des luftreichen Gletscherwassers, von den Gletschern im äussersten Hintergrunde jener Seitenthäler. Man erkennt aus dem Thale den Lauf dieser künstlichen Bäche durch Wald- und Gebüschgruppen, welche, durch das aus den Leitungsgräben überfliessende Wasser genährt, oben mit horizontaler Linie scharf abgeschnitten, nach unten in zierliche Spitzen und Zacken auslaufend, an den steilen, felsigen Bergwänden herabhängen. Aus der furchtbaren Schlucht, welche den Ausgang des Baltschieder-Thales bildet, kommen drei oder vier solcher Wasserleitungen über einander hervor, von welchen die oberste wohl mehr als 2000 Fuss über dem Thalboden an einer felsigen Wand hinzieht. Sie unterhalten das frische Grün an Stellen, wo das Auge ohne sie nur nackte Felsenplatten erblicken würde. Weit hinauf an der Gebirgswand reichen besonders die Wiesen und Fluren von Eggerberg und Ausserberg⁷¹⁾.

„Die äussersten südwärts fallenden Schichten am Ausgange des Baltschieder-Thales bestehen aus Talkschie-

⁷¹⁾ J. Fröbel: Reise in die Thäler der Pennin. Alpen. 1840. p. 192. 193.

fer oder wohl eher Gneuss, der mit demjenigen von Naters in Zusammenhang stehen mag. Er bildet aber nur eine sehr schmale Zone; denn schon im Dorfe Baltschieder ist man von talkigen Schiefern umgeben, die bereits den „grauen Schiefern“ anzugehören scheinen. Sie halten, stets südostwärts fallend, an, das Baltschieder-Thal aufwärts bis nahe vor der Alp. Dann erscheint ebenso fallender Kalkstein, gleichfalls in grosser Mächtigkeit, und erst eine Viertelstunde etwa nördlich von der Alphütte, nach dem Hintergrunde des Thales zu, steigt hinter dem Kalk der Gneuss in die Höhe und bildet die hohen vergletscherten Kämme der Bietschhorn-Kette⁷²⁾. Wie weit der, wohl eine Stunde breite, Streifen von „grauen Schiefern“ und Kalk des Baltschieder-Thales ostwärts fortsetzt, ist unbekannt; westwärts scheint er mit den analogen Gesteinen von Leizingen und Leuk in Verbindung zu stehen⁷³⁾.

Bei Raron streichen ebenfalls graue Kalksteine, welche sich, ganz wie im Baltschieder-Thale konform steil südlich fallend, auf das krystallinische Schiefer-Gebirge auflegen⁷⁴⁾. Jedoch befindet man sich keineswegs, so oft man auf dieser Erstreckung Kalk antrifft, im Fortstreichen einer und derselben Kalk-Zone; vielmehr trifft man die in dem Schichtensysteme verschiedentlich wiederkehrenden Kalk-Zonen am Nordabhange des Rhodan-Thales stets nur da an, wo sie gerade gegen das Thal ausstreichen, welches ihre Streichungslinie unter einem sehr schiefen Winkel schneidet. Es findet ein Wechsel von reineren Kalk-Schichten mit glimmerigen, quarzigen, feldspathhaltigen Kalkschichten, mit Glimmer-, Quarz- und Feldspath-Gesteinen verschiedener Art, vom Talkschiefer bis zum Gneusse, vielfach statt, und diese letzteren Gesteine sind eben selber Metasomatosen von Kalk-Schichten. Die nämlichen Verhältnisse dauern fort bis über Gampel am Ausgange des Lötsch-Thales abwärts. Bei Niedergampel ist am kahlen Felsabhange die Auflagerung von Kalkschiefer auf Gneuss mit allen Zwischenschichten deutlich

⁷²⁾ Mittheilungen der berner. Naturf. Gesellschaft. 1854. p. 133.

⁷³⁾ Ebendasselbst.

⁷⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 177.

zu beobachten. Der Gneuss mit tombakbraunem Glimmer, dessen Bänke unter etwa 50° gegen Südsüdost einfallen, ist in gleichmässiger Lagerung bedeckt von grünem Talkschiefer mit Quarz-Gängen, welche „schuppigen Chlorit“ — das Mineral, welches ich als Helminth bezeichnet habe — einschliessen. Dann folgen ebenso seidenglänzende graue Thonschiefer, dünnblättrige, schwarze Kalkschiefer und quarzige Schichten, mit grünen Talk-Blättern durchzogen; darauf wieder seidenglänzende graue Thonschiefer und dünne Kalkschiefer-Blätter, endlich der schwarze, schieferige Kalkstein, wie er weiter abwärts im Rhodanthale so allgemein verbreitet ist. Alle jene Zwischenschichten vom Gneuss bis zum Kalksteine nehmen nur eine Breite von etwa acht Schritten ein. Die Lagerung ist in allen diesen Schichten völlig konform ⁷⁵⁾.

Die krystallinischen Schiefer-Gesteine, welche man, immer mit gleichbleibendem Streichen und Fallen, von Gampel durch das untere Lötsch-Thal, das spaltenförmige Querthal der Lonza, gegen Ferden aufwärts vom Hangenden zum Liegenden vorschreitend, nach und nach durchschneidet, sind zuerst, als äussere, wenig mächtige Decke, Talk- und Glimmerschiefer. Bald aber weichen diese den beinahe das ganze Querthal hinauf anhaltenden hornblendeführenden Gesteinen. Diese sind meist Hornblende-Gneusse, kleinkörnige, schiefrige Gemenge von schwarzer Hornblende und unklar entwickeltem, weisslich- oder bräunlich-gelbem Feldspathe, zum Theil aber auch massig und dem Syenite genähert. Diesen Gesteinen untergeordnet sind wahre Gneusse, Talkschiefer und Lager von reinem oder mit Talk gemengtem Quarzite. Auch enthalten dieselben häufig Drusen von Bergkrystall mit Überzug von Helminth-Chlorit. Schwefelkiese sind in mehreren Lagen in solcher Menge eingesprengt, dass aus ihrer Zerstörung sich ausgedehnte braunrothe oder auch schwefelgelbe Krusten bilden. Im oberen Lötsch-Thale, welches oberhalb Ferden ein rein dem Streichen der Schichten folgendes Längenthal ist und als solches sich bis

⁷⁵⁾ Merian in den Berichten über die Verhandl. der Naturf. Gesellschaft in Basel, VII, p. 61.

zum Aletschhorne hinaufzieht, übersieht man den ganzen Nordabfall dieser Massen, vom Gipfel des beinahe bis zur Höhe der Jungfrau aufsteigenden Nest- oder Bietschhornes bis zum Thalgrunde. Hier bemerkt man einen bei hundert Meter breiten braunrothen Streifen, der sich oberhalb der Holzgränze bis unter die Gletscher des östlichen Thalhintergrundes dahinzieht, und welcher den kiesführenden Schichten entspricht ⁷⁶⁾. Ausser den Kiesen treten auch silberhaltige Bleiglanze und Zinkblenden in jenen Gesteinen auf und werden durch lebhaften Bergbau gewonnen ⁷⁷⁾. Im Nest- oder Bietschhorne muss auch Serpentin und Topfstein vorkommen; denn die vom Nordabhange dieses Gebirges in das Lötsch-Thal herabfallenden Gletscherbäche führen Trümmer dieser Felsarten mit sich ⁷⁸⁾.

Das Gebirge, welches das Lötsch-Thal nordwärts begrenzt und, im Tschingelhorne kulminirend, dasselbe einerseits als Grat des Breithorns und Grosshorns vom Amerten-Thale, andererseits als Petersgrat vom Kander-Gletscher und Gasteren-Thale trennt, ist in seinem östlicheren Theile von Hugi ⁷⁹⁾ untersucht worden und bietet höchst interessante Verhältnisse dar. Der Petersgrat besteht aus glimmerschieferartigem Gneusse, welcher aber stellenweise auch in Halbgranit übergeht. Die Gesteine dieses Grates setzen ostwärts fort durch das Tschingelhorn, und das Breithorn besteht ebenfalls aus denselben. Sonderbarerweise aber erscheint am Tschingelhorne wieder Kalk, und zwar Kalkschiefer und Mergelkalk, welcher den jurassischen Lias-Schichten gleicht. Diese Massen thürmen sich hier gerade wie jene Halbgranite auf. Die firnbedeckte Kuppe des Tschingelhornes selbst scheint Granit zu sein. Die Plattenfluh und das Schlosshorn, welche aus dem südlichen Abhange jener Firnkuppe sich erheben, bestehen aus jenen Kalk-Gebilden, welche hier, dem Abhange des Gebirges konform südwärts sich einsenkend, dem Granite

⁷⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 313.

⁷⁷⁾ Bernoulli: Taschenbuch der schweiz. Mineralogie, p. 215. — Studer a. a. O. p. 176.

⁷⁸⁾ Studer a. a. O. p. 313.

⁷⁹⁾ Alpenreisen, p. 273, Taf. XII.

angelagert erscheinen. Über „Liaskalk“ und „Liasschiefer“ liegen Schichten, welche Hugi jurassischem „Muschelkalk“ petrographisch vergleichen möchte, und dann mächtige Tafeln von Rauchwacke. Auf letztere aber folgen, immer konform im Streichen und Fallen aufgelagert, beträchtliche Schichtenreihen von „Glimmergneuss“ und „Halbgranit“. Es bietet dieses Lagerungsverhältniss ein vollkommenes Gegenstück zu den Lagerungsverhältnissen des Gspaltenhorns auf der Nordseite des Amerten-Thales. Es erweist sich auch hier die unzertrennbare Zusammengehörigkeit und Wechsellagerung der krystallinischen Silikat-Gesteine mit den Kalk-Gesteinen. Der Plutonismus träumte bei derartigen Lagerungsverhältnissen von Durchbrechungen des Kalk-Gebirges durch die aufgestiegenen plutonischen Laven; lässt man sich aber von einer derartigen Theorie nicht vollständig blenden, so ist es unmöglich, Verhältnissen gegenüber, wie sie hier vorliegen, aus jenen Träumen nicht zu erwachen.

Aus dem Gasteren-Thale, dem wundervollen, welches geotektonisch durchaus eine Fortsetzung des Amerten-Thales ist, führt ein vor der Sprengung des Gemmi-Pfades häufig benutzter Pass, der Lötsch-Pass genannt, über die Höhe des wenig breiten und gefahrlosen Joch-Gletschers, den Stierstutz und die Kumialp hinüber nach Ferden im Lötsch-Thale. Granit, ein feinkörniges Gemenge von weissem Feldspathe, grauem Quarze und wenigem braunen Glimmer, in einer Varietät, neben rosenrothem bis dunkelrothem Feldspathe, dunkelgrünen Talk enthaltend, mit vielen weissen „Euritgängen“ durchzogen, im Kleinen ohne Spur von Schieferung, im Grossen aber in steil südwärts fallende Tafeln gesondert, bildet hier die Unterlage der in mannigfaltigen Biegungen und Verschlingungen sich darstellenden Kalk- und Schiefer-Massen der Altels, welche zum Doldenhorne, auf der Nordseite des Gasteren-Thales, ein Gegenstück bildet. Die untersten Lager dieser Massen sind Marmor und dolomitischer Kalk. Oberhalb Kumialp glaubt man, nach Studer's⁸⁰⁾ Ausdrucksweise, ein gegenseitiges Eingreifen von Kalk- und Gneuss-Gebirge ineinander wahrzu-

⁸⁰⁾ Geologie, I, p. 181. 182.

nehmen, mit einem Wechsel horizontaler, vom östlichen Gneuss-Gebirge ausgehender Gneuss-Streifen mit Streifen von dolomitischen Kalksteinen und Quarziten, welche letztere mit dem Kalk-Gebirge des Balmhornes in Verbindung stehen. — Die hier auftretenden horizontalen Schichten deuten eine Veränderung in der Geotektonik des Gebirges an. Wirklich sinkt die steile Schichtenstellung je weiter westlich vom Tschingel um so mehr in die Tiefe, und die Schichten, welche den südlichen Abhang des Hochwalles der Berner-Alpen gegen das Rhodan-Thal bilden, sind von den antiklinalen, welche den nördlichen Abhang gegen den Kanton Bern bedecken, nicht mehr durch einen so schroffen Bruch, wie weiter östlich, geschieden, sondern durch einen breiten, wenn gleich zerstückelten Sattel in näherer Verbindung. In der Tiefe des Gebirgsinnern und an dem Abhange gegen Wallis herrscht noch immer steiles südliches Fallen; auf dem breiten Rücken des Sattels aber liegen die Schichten theils nord-, theils südwärts geneigt, zu kleinen Mulden zusammengebogen und durch kleine Antiklinalthäler geschieden. Auf der Höhe des Maing-Passes, welcher von Kippel im Lötsch-Thale, am Weisssee vorüber, nach Maing im Hintergrunde des Dala-Thales und nach dem Leuker-Bad führt, lagert sich, gerade an der höchsten Stelle, auf die krystallinischen Schiefer weisser Dolomit. Dünnschiefriger, seidenglänzender, grüner Talkschiefer streicht hier genau von Ost gen West und fällt unter einem sehr steilen Winkel südwärts. Auf ihn legt sich Rauchwacke, welche hie und da Knauer von weissem und schwarzem dichten Dolomite — von der Rauchwackebildung verschonte Kernreste — umschliesst. An der Auflagerungsfläche hat sie dasselbe steile südliche Einfallen, wie der Talkschiefer, in weiterem Abstände von demselben aber wird der Winkel ihrer Schichtenneigung immer schwächer⁸¹⁾.

Zwischen dem untern Lötsch-Thale und der Bachalp steht, als Scheide zwischen dem Querthale der Lonza und der ebenfalls ein Querthal bildenden Felsschlucht des Feschelgrabens, das Gebirgsstück, welches die hohe zackige

⁸¹⁾ Merian: Bericht über die Verhandl. der Naturf. Gesellschaft in Basel, VII, p. 61.

Spitze des Grosshornes trägt. Dieses Horn heisst im Lötsch-Thale, weil es, von hier gesehen, sich über der Feldum-Alp erhebt, das Feldumhorn. Dieses besteht aus dem an Quarzkörnern reichen Dolomite, welcher von Studer als Quarzfels, von Merian als ein Sandstein mit dolomitischem Bindemittel bezeichnet wird, und in welchem der Quarz bald gänzlich fehlt, wie in dem soeben erwähnten Dolomite, bald dagegen völlig die Oberhand gewinnt. Es ist ein Dolomit, in welchem Quarz sich angesiedelt hat, indem er Dolomitmörner „verdrängte“, um mich des viel gebrauchten Ausdrucks zu bedienen; die Quarzkörner sind nicht als solche „eingebacken“ und durch ein dolomitisches Bindemittel verkittet, sondern sie sind durch „Verkieselung“ von Dolomitmörnern, als Metasomatosen von diesen, entstanden. Gelbliche Färbung zeichnet diese Schichten von Weitem aus. Auf der Höhe des Grosshornes oder Feldumhornes bilden sie eine Mulde, indem sie in Norden und Süden schroff abgebrochen, auf der Nordseite südsüdostwärts und auf der Südseite nordnordwestwärts fallen. Doch ist dies nur im Grossen und Ganzen der Fall; im Kleinen und Einzelnen sind die Schichten ziemlich verworren. An der Südseite des Grosshorns, oberhalb der Bachalp, steht reiner Dolomit, von Rauchwacke begleitet, zu Tage; seine Schichten stehen vertikal. — Vom Weisssee am Maing-Passe breiten sich die Schichten desselben quarzigen Dolomites in nicht steil südwärts geneigter Stellung längs der Westseite der Bachalp gegen Süden aus, nach dem fast 2500 Meter hohen Guckhubel oder Galmsignal. Schwarze Kalkschiefer in höchst verworrener und gequälter Schichtenstellung bedecken dieses Gestein deutlich in dem Grate, welcher vom Torrenthorne in südwestlicher Richtung ausläuft. Der Feschelgraben ist unterhalb der Bachalp in dieselben, unter mässigem Winkel gegen Südsüdost einfallenden, schwarzen Kalkschiefer eingerissen. An der östlichen Seite der Bachalp aber, wenig südlich von den Bachalp-Hütten, steht unter dem Grosshorne in der Tiefe dunkler Talkschiefer an, welcher auch schon gegen Südsüdost einfällt, wie im Querthale der Lonza, und wo an der Südseite des Grosshorns der erwähnte Dolomit ansteht, da berühren denselben unmittelbar seidenglän-

zende, dünnblättrige Talkschiefer, welche senkrecht vor ihm niedersetzen und sich theilweise sogar über ihn hinüberlehnen.

An der Südseite des Weisssee's steht der weisse Dolomit in wenig mächtigen Schichten an, welche aber gegen Nordnordwesten einfallen. Das Rothhorn, nördlich von dem Passe, besteht aus quarzführendem Dolomite.

Vom Weisssee zieht der quarzführende Dolomit in der zum Torrenthorne hinaufführenden Schlucht zu diesem, durch seine ausgedehnte Aussicht auf das südliche Hochgebirge berühmten Horne hinüber, welches, nebst dem von ihm durch den Maing-Gletscher geschiedenen Grate des Mainghornes, längs dessen nördlichem Fusse der Maing-Pass dahinfließt, aus solchem Gesteine besteht. Beide sind in Folge der steilen und verworrenen Stellung ihrer Schichten durch zackige Gestalten ausgezeichnet⁸²⁾. Das Gebirge ist besonders gegen die Bachalp in hohen, wild zerrissenen Felsen von braunrother Farbe steil abgestürzt. Gelblicher, dichter, dolomitischer Kalk bedeckt, nebst Rauchwacke, fast überall die grünen Talkschiefer, welche in dieser ganzen Gebirgsgruppe zwischen dem Lötsch-Thale und Leuker-Bad als die „obersten Straten des Gneuss-Gebirges“ erscheinen. Auf jene folgen dann Lager von schwarzem körnigen Kalke, welche uns plötzlich durch die in ihnen in grosser Menge enthaltenen Belemniten an die Schichten des Urseren-Thales und der Furka und des Nufenen-Passes erinnern. Diese Kalke werden in ihren oberen Schichten „sandig“, d. h. mehr oder weniger reich an Quarz, und gehen in einen kalkigen, ja selbst in reinen Quarzit über, welcher die Hauptmasse des Torrenthornes und anderer Gipfel in seiner Nähe bildet⁸³⁾. Studer ist, die Gesteinsverschiedenheit für eine geognostische Verschiedenheit nehmend, geneigt, dieses Gebilde, dessen Mächtigkeit er auf wenigstens 500 Meter schätzt, als ein Glied der Trias — Verrucano — gelten zu lassen. Die Lagerung gestattet eine solche Annahme nicht; die Entwicklungsgeschichte der Felsart nimmt ihr vollends

⁸²⁾ Merian a. a. O. p. 57—60.

⁸³⁾ Studer: Geologie, I, p. 427.

jeden Anlass. Nach Merian's Beobachtungen führt auch das Gebilde des quarzführenden Dolomites selber Versteinerungen, namentlich jene erwähnten Belemniten. Solche finden sich in Menge in der Schlucht, welche vom Torrenthorne zum Weisssee hinunterführt, woselbst das Gestein sich als ein rauher, dolomitischer Kalksteinschiefer darstellt. Die anderweitigen Petrefaktenspuren sind nicht erkennbar. Belemniten finden sich auch am Fusse des Rothornes, auf der Höhe des Passes vom Weisssee nach dem Lötsch-Thale, endlich auch in den Schutthalden des Grosshornes oberhalb der Bachalp. Merian erklärt das Gebilde daher für Lias. — Hervorzuheben ist, dass, aller im Kleinen in dieser Gegend auftretenden Störungen des Schichtenbaues ungeachtet, die Auflagerung des besprochenen Lias-Gebildes auf den krystallinischen Schiefen sich durchweg als eine gleichförmige bewährt, wie man gewohnt ist, sie bei Schichten einer gemeinsamen „Formation“ zu beobachten.

Die schwarzen Kalkschiefer bilden das ganze Gebirge vom Torrenthorne bis zum Rhodan-Thale, in welchem auch von Niedergampel abwärts bis zum Flecken Leuk, am Ausgange der Dala-Schlucht, nur dieses Gestein, durchweg mit südsüdöstlicher Schichtenneigung, angetroffen wird.

5. Das Gebirge zwischen dem Simplon und der Saas-Visp, vom Rhodan-Thale bis zum Val-Sesia-Piccola.

Die Thalfläche des Rhodan von Brieg abwärts ist fast ganz vom Verwüstungsgebiete des Stromes eingenommen. Schilfwiesen, Gebüsch von Weiden, Pappeln und Erlen oder, auf trockneren Stellen, dem Sanddorne (*Hippophaë rhamnoides*) wechseln mit Flussarmen und Schlammhängen und Sumpflächen. Die ganze ebene Thalsole ist mit Schutt, Sand und Geschiebe bedeckt, nirgend anstehendes Gestein wahrnehmbar⁸⁴). Zwischen Peccoried — früher ein Dorf, jetzt nur ein Wirthshaus, anderthalb Stunden unterhalb Visp — und Turtig befindet sich ein Tufflager, ein Absatz des stagnierenden Wassers⁸⁵).

⁸⁴) Fröbel: Reise in die Thäler der Penninischen Alpen, p. 193.

⁸⁵) Schinner: Description du Valais. 1812. p. 277.

Die Gesteine, welche den Termen-Berg bei Brieg bilden, streichen westwärts durch das Rhodan-Thal und die Gebirgsmasse, welche dasselbe auf dem linken Ufer des Flusses begränzt. Am Glyshorne tritt ein Gypslager auf⁸⁶⁾. Im Thale und in den nächsten Gehängen herrscht überall südliches Fallen der Schichten des grauen, meist dünnschichtigen Kalksteins, welcher stellenweise immer wieder sehr der Beschaffenheit des Schiefers vom Termen-Berge und von Grengiols sich nähert. Dem Gradetzer-Thale gerade gegenüber öffnet sich von Süden her das noch wenig besuchte Nanza-Thal, aus welchem die wilde Gamsa einen ungeheuer breiten, flachen Schuttkegel in das Rhodan-Thal geführt hat. Hier streicht oberhalb Gamsen ein Gypslager von 45 bis 60 Fuss Mächtigkeit, voll von Glimmerblättchen und dem Gypse des Canaria-Thales völlig gleichend, zwischen „Glimmerschieferschichten“⁸⁷⁾, welche auch wohl für „Thonschiefer“ erklärt worden sind⁸⁸⁾. Westlich von Gamsen ist der Weg am Rohrberge in den Felsen eingesprengt. Die Felswand zeigt den grauen schiefrigen oder dünnschichtigen Kalkstein in ausgezeichneter Faltung. Er streicht im Grossen von Ost gen West und fällt ungefähr unter 45° südwärts ein. Aber seine Schichten sind von Ost nach West in grosse Zickzackbiegungen gelegt, deren Sättel und Loben an der dem Streichen entsprechenden Felswand als Bogenzeichnungen erscheinen, und diese wieder bestehen aus kleineren Wellenfalten, welche theils flacher und gestreckter, theils höher und gepresster in einander gelegt sind. Auf einer Ebene entfaltet und ausgebreitet, müssten diese Schichten einen beträchtlich grösseren Raum einnehmen, als das Terrain ihnen gestattet, und da man diese Erscheinung nicht etwa bloß lokal, sondern, wie hier, so auch an vielen anderen Punkten des Wallis in grosser Ausdehnung beobachten kann, wenn auch nicht oft in so trefflichem Aufschlusse wie hier, so würde man vergeblich versuchen, diese Fältelung durch eine lokale Zusammenschiebung eines Gebirgstückes zu erklären. Nur die

⁸⁶⁾ Geolog. Karte.

⁸⁷⁾ Jacquemont: Mém. de la soc. d'hist. nat. de Paris. 1823, Juillet.

⁸⁸⁾ Lardy: Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 143.

Anerkennung der Streckung der Schichten selbst kann hier als Erklärung genügen.

In dem ganzen Gebirge zwischen dem Simplon und dem Nanza-Thale, sowie zwischen diesem und dem Visp-Thale liegen die Schichten der Gesteine von Norden gegen Süden und von Osten her gegen Westen eingesenkt. Die Kette des Glyshorns, Erzhorns, Faulhorns und Rauthorns bis zum Roosboden-Gletscher kehrt schroffe Abstürze dem Simplon zu und bildet die westliche Wand des isoklinalen Längenthales, in welchem der Krummbach sich um den Abhang des Monte-Leone herumwindet. Das Glyshorn selbst erscheint gleichsam als eine Art Eckpfeiler, in dessen gegen Brieg gekehrter Kante das westliche und südliche Fallen und das Streichen von Nord gen Süd und von Ost gen West zusammentreffen. — Das Nanza-Thal selbst ist gleichfalls halb und halb ein isoklinales; seine östliche Thalwand, welche einigermaßen dem südwestwärts gerichteten Schichtenfalle entspricht, ist weit flacher, als die westseitige, welche von den Schichtenköpfen der auflagernden Gebirgsmasse gebildet wird. Aber mehr und mehr verliert sich die Neigung gegen Westen; sie macht einer rein südlichen Neigung Platz. Die Schiefergesteine, welche zwischen Brieg und Visp auftreten, nehmen in den höheren Theilen des Gebirgsstückes einen allmählig veränderten Charakter an. Der Kalk, welcher unten vorherrscht, tritt oben mehr und mehr hinter Quarz und krystallinischen Silikaten zurück. Die Glimmermineralien herrschen unter letzteren vor; daher die Gesteine dieses Bezirkes auch als „Glimmerschiefer“ bezeichnet zu werden pflegen. Studer's geologische Karte zieht vom Rosswald-Passe her durch die Mitte des Nanza-Thales nach Stalden am Vereinigungspunkte der Saas- und Gorner-Visp eine theoretische Gränze zwischen „grauen Schiefern“ und „Gneuss“; in der Natur vermisst man Anhaltspunkte für diese Scheidung. Das Profil des Visp-Thales ist sehr geeignet, hierüber zu entscheiden.

Der Eingang in das Visp-Thal öffnet sich wie ein Thor zwischen zwei hohen Wällen. Das Flussbett der Visp ist noch im Thalgrunde am breit geöffneten Ausgange von dem tieferen, sumpfreichen Überschwemmungsgebiete des Rhodan durch einen niedrigen Felsendamm geschieden, welcher ihr

rechtes Ufer bildet und einen Theil des Fleckens Visp, insbesondere, auf einer gegen den Thalfluss schroff abgestürzten Felsenplatte, die schöne Hauptkirche trägt. Die Visp ist ganz an die linke Bergwand gedrängt, und auf dem breiten Schutt- walle, den sie deltaförmig in den Rhodan-Grund hineingewor- fen hat, folgt sie mehr und mehr der westlichen Richtung, sobald sie in das Hauptthal eingetreten ist, und fliesst in selbst- erhöhtem Bette eine Viertelstunde weit fast dem Rhodan parallel, bevor sie sich mit demselben vereinigt. Durch das Thor des Visp-Thales erblickt man den prachtvollen Saasgrat, neben welchem das Thal als Saas- und Gorner-Visp-Thal sich gabelt, mit dem vergletscherten Balfrin und den Mi- schabelhörnern. Man glaubt einen mächtigen Bergstock ganz nahe vor sich zu sehen — und doch ist es ein mehrere Meilen langer Bergzug, den man freilich perspektivisch ver- kürzt sieht, dessen vorderster Abhang aber selber volle zwei Stunden entfernt ist. Der ganze zweistündige Weg läuft in einer engen, thorartigen Passage; dies ist das eigentliche Visp-Thal.

Das ganze Visp-Thal ist zum Streichen der Gebirgs- schichten normal und dem Fallen derselben entgegen in das Gebirge eingeschnitten. Beim Eingange in dasselbe herrschen Kalkgesteine; tiefer hinein, wo die höheren Schichten den Thalgrund erreichen, folgen Kalkglimmer-Gesteine; dann erscheinen Quarz- und Quarzglimmer-Gesteine, immer in gleichförmiger Lagerung; diese nehmen noch — schon in der Gegend von Stalden — Feldspath auf und die Menge des Glimmers nimmt relativ ab, so dass bald gneussartige Glimmerschiefer, Gneusse und endlich gneussartige Granite in Schichten oder grossen Bänken folgen, die lange Strecken weit horizontal liegen oder schwach gegen den Pie- montesischen Gränzwall aufsteigen; diesen folgen gegen Zermatt wieder Quarzglimmer-Gesteine. So charak- terisirte in Kürze Saussure⁸⁹⁾ den Durchschnitt des Visp-Thales entlang dem Laufe der Gorner-Visp. — Studer⁹⁰⁾ sprach später von „Talkflysch“, welcher im Hauptthale des Rho-

⁸⁹⁾ Voyages, IV, p. 384, §. 2222.

⁹⁰⁾ Lehrbuch d. phys. Geographie, II, p. 150.

dan herrsche und welchem von Visp einwärts grauer Kalkstein und Gyps eingelagert sei; gegen Stalden zu wird der Schiefer immer bestimmter krystallinisch; bei Stalden selbst muss er als wahrer Glimmerschiefer anerkannt werden, der weiter südlich mit Hornblendschiefer wechselt und bei St Nikolaus in den Gneuss der Weisshorn-Masse übergeht. Die Art dieser Umwandlung, welche sich ebenso, aber zum Theil noch besser verfolgbare, im Hintergrunde aller südlichen Seitenthäler des Wallis zeige, sei folgende. Auf schwarzem, südlich fallendem Schiefer und Kalke liegt „grüner Schiefer“ oder „grauer Glimmerflysch“ von grosser Mächtigkeit; tiefer einwärts erscheinen „Quarzmandeln“ eingeschlossen, zuerst durchscheinende, mit glasigem Bruche, dann weisse, feinkörnige; zugleich entwickelt die Schiefermasse sich deutlich in krystallinischen Blättern. Dann erkennt man im Quarze einzelne Feldspathblättchen, welche endlich den Quarz mehr und mehr verdrängen und selber als „Mandeln“ erscheinen, und so entsteht aus dem Gesteine ein porphyrartiger Gneuss, welcher statt der Quarzmandeln Orthoklas-Zwillinge enthält. — Aus dieser, sich auf die lokalen Übergänge des Gesteins mehr als auf die genetischen Umwandlungen beziehenden Darstellung Studer's ersieht man bereits, dass es sich hier um keine Trennungen handeln könne. Ich füge nun auch noch Lardy's ⁹¹⁾ Skizze der hier waltenden Lagerungsverhältnisse hinzu; sie zeichnet sich, wie Lardy's Beobachtungen überhaupt, durch nüchterne Auffassung der nachweisbaren Verhältnisse aus. Von Visp bis St. Nikolaus durchschneidet man die wallisische Schieferformation. Dieselbe besteht hier 1) aus einer Art „Glimmerschiefer“ mit Quarz und Dolomitspathadern; 2) aus körnigem, schieferigem Kalke; 3) aus Lagen blättrigen Quarzes. Ungefähr eine Stunde von Visp tritt ein Lager von Serpentin und Topfstein auf. Gegen St. Nikolaus findet sich wohlcharakterisirter Gneuss mit Feldspathkrystallen. Seine, etwa 46° gegen Südost einfallenden Schichten sind jenen der Schiefer konform gelagert. Alle diese Gesteine erscheinen in einem und demselben Pro-

⁹¹⁾ Leonhard und Bronn: Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1841. p. 188. 189.

file und es ergibt sich augenfällig, dass der Gneuss den Schiefen und dem Kalk aufgelagert ist, welche alle Merkmale tragen, an welchen man früher die „Übergangsgesteine“ zu erkennen glaubte, wie die von Brochant beschriebenen Gesteine der Tarentaise und der Umgebung des Montblanc. „Hier kann von keiner trügerischen Täuschung die Rede sein“; der durch die Schiefer eingenommene Raum hat mehr als drei Stunden Breite.

Von den stets südwärts, aber unter immer flacherem Winkel einfallenden Schichten, welche man im Visp-Thale durchschneidet, verdienen einige besondere Erwähnung, weil sie in Folge der vollständigen Veränderung ihres substantiellen Charakters als etwas ganz Abnormes betrachtet zu werden pflegen. Mit dem Gypse erscheint hier auch wieder Dolomit als Einlagerung in dem vorherrschend kalzitischen Schichtensysteme. Einige Schichten sind mit Graphit erfüllt, so dass sie auch wohl als Graphitschiefer bezeichnet sind⁹²⁾. Den Dolomit begleitet Topfstein, welcher hier gebrochen wird; er steht in dem Rufe, der beste im ganzen Wallis zu sein. Man kennt das Lager an der östlichen, wie an der westlichen Seite des Thales in ganz entsprechender Lagerung, am Abhange des Terminen-Berges einerseits und am Abhange des Eggen-Berges andererseits; abgebaut wird es aber nur am letzteren und zu dem Zwecke, um sehr haltbare Stubenöfen daraus zu machen. Lardy nennt das Gestein ein Gemenge von Serpentin und Topfstein⁹³⁾, und in der That wechselt sein Charakter einigermassen. Die Schichten gehen sogar einerseits in wahren Serpentin, andererseits in wahren Chloritschiefer über; zwischen beiden liegt der zur Benutzung bevorzugte Topfstein⁹⁴⁾. Der schöne, feinkörnige, schneeweisse Dolomit ist grossentheils dünnschiefrig und auf allen Schieferflächen mit einer dünneren oder dickeren Lage von theils silberweissem, theils lichtgrünem Talkglimmer bedeckt, welcher mitunter auch schon chloritisch ist. Solche Dolomitschiefer zeigen hier in ausgezeichneter

⁹²⁾ Engelhardt: das Monte-Rosa- und Matterhorn-Gebirge, p. 14. 220.

⁹³⁾ Lardy a. a. O.

⁹⁴⁾ Engelhardt a. a. O. p. 220.

Weise jene nämliche Zusammenfaltung, wie sie oben (Seite 114) vom schwärzlich-grauen Kalkschiefer erwähnt wurde. Durch Auslaugung des Dolomites sind in anderen Partien die Talklagen unmittelbar mit einander in Berührung gekommen, zusammengepresst und dabei noch schärfer gefältelt, gewunden, geknetet, zum Theil sehen sie aus wie gauffrirte Wäsche. Ist dagegen an die Stelle des sich auflösenden Dolomites Quarz getreten, so erscheint das Gestein als ein schiefriger Quarzglimmer-Fels, welcher zu jenem Dolomite vollkommene Seitenstücke darbietet.

Als „meist Glimmerschiefer“ werden die Gesteine bezeichnet, welche den Rücken des Berges östlich von Visp-Terminen bis zu dem hochgelegenen, eine Stunde weiter östlich befindlichen Terminen-See zusammensetzen⁹⁵⁾. Dass auf dem Passe von hier nach Bistetäfel im Nanza-Thale und von da über den Bistenen-Pass nach dem alten Simplon-Hospize nur „Glimmerschiefer“ als anstehend beobachtet werde⁹⁶⁾, ist schon oben angeführt worden.

Bei dem malerisch im Vereinigungspunkte dreier Thäler gelegenen, grossen Dorfe Stalden gabelt sich das Visp-Thal in die beiden langerstreckten Thalarme, das Thal der Saas-Visp und dasjenige der Gorner-Visp, welche, während die Saumwege beider Thäler im Dorfe Stalden selbst zusammenlaufen, etwa eine halbe Viertelstunde oberhalb gegen Südosten ihre wilden Thalströme vereinigen. Wir folgen, zunächst zu diesem Vereinigungspunkte gewandt, dem östlichen Saas-Thale. Bald führt uns der Pfad zur sogenannten Kinnbrücke, einer jener eigenthümlichen steinernen Brücken, deren bekanntester Typus die alte Teufelsbrücke der St. Gott-hards-Strasse in Uri sein dürfte, wie man sie in den Alpen so häufig findet. Ein schmaler dünner steinerner Bogen mit niedrigen Schutzmauern an beiden Seiten, manchen Personen schwindelerregend, führt hier über den in schauerlicher Tiefe schäumend zwischen zwei Felsenmauern sich durchkämpfenden Strom der Gorner-Visp, welche aus dem westlichen Nikolaus-Thale und Matter-Thale herabbraust. Man

⁹⁵⁾ Derselbe a. a. O. p. 14.

⁹⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 220.

erblickt hier die Vereinigung der beiden Visp-Ströme. Der Brücke in Osten gegenüber liegt wie ein Gemälde an der Höhe der östlichen Berglehne das Dörfchen Staldenried, zwischen Wiesen und Getreidefeldern, von Wald umzogen, überragt von wildem Felsgebirge, welches sich gegen das Ochsenhorn und den Weissgrat emporzieht; die Schneehäupter östlich über dem Simplon blinken im Hintergrunde.

Der Weg in's Saas-Thal bis zur Boden-Brücke, etwa halbwegs zwischen Stalden und Saas, zieht ziemlich hoch über der Saas-Visp an deren linkem Ufer dahin. Aus der tiefen Felsschlucht tönt das Gebrause des Stroms herauf. Das rechte, östliche Ufer starrt gegenüber als anscheinend senkrechte Felswand. Jähe ist auch das linke, dem der Weg folgt. Auf dem ersten Drittel dieses Weges sieht man rückblickend auf der Höhe westlich über Stalden das fast nur von hier aus sichtbare Dörfchen Törbel ausgebreitet. Von Stalden aus ahnet man nicht einmal die Existenz jenes Ortes auf der Höhe.

Das von Nordnordwest gegen Südsüdost aufsteigende Saas-Thal schneidet die Fallrichtung der Schichten des Gebirges, welche von Nordost gen Südwest geneigt sind und von Nordwest gen Südost streichen. Es entsteht daher auf dem Einschnitte der Schein, als herrsche im Eingange des Thales gegen Südost gerichtetes Fallen ($S_{30} O$)⁹⁷⁾. Die wenigen Felsen, welche auf dem ganzen Wege bis Saas am Wege erreichbar zu Tage gehen, sind Glimmerschiefer⁹⁸⁾. Gneuss und Glimmerschiefer bilden auch alle an das Thal anragenden Abhänge der dasselbe östlich begränzenden Berge⁹⁹⁾. Bei Balen stehen diese Schiefer vertikal¹⁾, eine Stellung, welche vermuthlich nur einer lokalen Ursache gehorcht und nicht durch das Gebirge hindurchgeht, weder gegen den Simplon, noch gegen das Nikolaus-Thal hin; denn mit den vertikalen Schichten, welche Studer im Matter-Thale bei der Brücke von Täsch zu erkennen glaubt, kann man sie nicht in Verbindung bringen.

⁹⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 220.

⁹⁸⁾ Derselbe a. a. O.

⁹⁹⁾ Engelhardt a. a. O. p. 220.

¹⁾ Studer a. a. O. p. 221.

Am Grundberge, östlich über Saas-im-Grund, dem Hauptorte des Thales, liegt Glimmerschiefer in stark gegen Nordwest fallenden Platten. Man steigt aufwärts zu den schönen Aussichtspunkten, welche dieser Berg darbietet, in vertikalen und seitwärts in horizontalen Kluftabsonderungen dieser Tafeln, deren Jähe und Glätte zur grössten Vorsicht auffordern²⁾. Von diesem Berge erhielt die Sammlung meines Freundes Wiser den von ihm zuerst im Jahre 1854 erkannten „Chloritoid“, welcher hier mit Quarz, weissem Glimmer und eisenhaltigem Kalksteine unter leider nicht näher untersuchten Verhältnissen vorkommt, übrigens nur ein veränderter Talkglimmer ist, dem Pennin zunächst verwandt, dessen Heimath wir uns nähern, und von diesem einen Übergang zu den Glimmern bildend, welche ich als Diaspor- und Korund-Glimmer bezeichnen möchte, während man die „Chlorite“ als Hydrargillit-Glimmer bezeichnen könnte. Bei Saas-im-Grund tritt auch ein Kalklager auf, und zwar am Fusse des Triftgrätli, wo es ausgebeutet wird, und von wo es aufwärts am östlichen Gehänge bis in den Grundberg zu verfolgen ist, woselbst es in Dolomit übergeht und ein Chloritlager umschliesst³⁾, welches vermuthlich den Chloritoid beherbergt.

Von Saas aufwärts im Thale herrscht allgemein westnordwestliches Fallen ($N_{50}W$)⁴⁾. Zwischen Balen und Saas scheint der Wechsel der Fallrichtung stattzufinden, gerade da, wo bereits die lokale Abnormität vertikaler Schichtenstellung bezeichnet wurde. Bei der Steilheit der hier herrschenden Neigung findet das in die Tiefe der Mulde gelangte Wasser hier Gelegenheit, wieder hervorzusteigen und in dem tief eingegrabenen Thalgrunde auszufließen. Somit wären für Thermen hier die Bedingungen geboten. In der That entspringt eine Therme, der Rothbach genannt, ganz in der Nähe von Saas-im-Grund, auf der linken Seite der Visp. Ihre Temperatur beträgt freilich nur $+ 23.75^{\circ} C.$ ($19^{\circ} R.$, gemessen bei einer Lufttemperatur von $+ 8\frac{1}{2}^{\circ} R.$)⁵⁾; allein bei der

²⁾ Engelhardt a. a. O. p. 22.

³⁾ Zur-Briggen in Ruppen's Chronik des Saas-Thales, p. 159.

⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 221.

⁵⁾ Ulrich in den Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Zürich, II, p. 315.

Kälte des, den Boden hier von allen höheren Gebirgsmassen herab durchdringenden Gletscherwassers darf man die Tiefe, aus welcher die Therme kommt, nicht zu gering anschlagen. Schon Collinus ⁶⁾ redet von diesem Quelle, welcher seinen Namen habe, „weilen er Alles worüber er fliesset mit rother Farb tingiert“, wie Scheuchzer seine Worte wiedergiebt ⁷⁾. Er sei, versichert Collin, früher heisser gewesen, sein Wasser gefriere im Winter nicht, sondern dampfe, und an Beschaffenheit sei es dem Leuker Badwasser gleich. Dieser Meinung huldigt auch Kypseler ⁸⁾, und wirklich ist dieselbe nicht unbegründet. Die qualitative Analyse ⁹⁾ ergab einen Gehalt an Gyps, schwefelsaurer Magnesia, schwefelsaurem Natron, Chlornatrium, kohlensaurem Kalke, kohlensaurer Magnesia, Eisenoxyd und freier Kohlensäure. Das Eisen ist im Quell gewiss als Oxydulkarbonat vorhanden und war erst beim Transporte an der Luft zu Oxyd geworden. Es setzt sich an der Luft im Quellbette als lichtgelber Xanthosideritocher ab, welcher aber bald, in Pyrrhosiderit übergehend, rothbraun wird. Der Gypsgehalt des Wassers ist so beträchtlich, dass er in Krystallen anzuschies- sen beginnt, wenn das Wasser bis auf die Hälfte eingedampft ist, und dass sich bei der Vermischung mit Weingeist ein starker flockiger Niederschlag zeigt. So beweist dieser Quell das Vorhandensein von Gypsmassen im Innern der Mulde, wie sie im Rhodan-Thale überall in dieselbe einschliessen, und die Temperatur des Wassers stimmt überein mit dem Resultate der Profilkonstruktion, welches zu der Annahme führt, dass die Gypslager im Innern der Mulde in grosser Tiefe liegen

⁶⁾ De Sedunorum Thermis in Josiae Smmleri Vallesiae descript. 1574. fol. 149, a: „Alter fons — in deseno Vispiano — in ualle Saas prope uicum et templum Vispa riuo interfluente, in pede montis praerupti scaturit, rubensque riuus, Germanice der rot bach, ab inhabitantibus appellatur, quia lapides iniecti rufo colore tingantur, et terra eius coloris sit quam suo delapsu attingit et conspergit. Tepidus hic fons est in scaturigine, et tepidior fuit ante aliquot annos, quemadmodum Petrus an den Danmatten auri- faber peritissimus affirmabat, aliisque riuulis in interno terrae gremio per- misceri uidetur. Hic fons omnes notas habet illius qui in thermis Leucen- sibus existit et hyemis tempore nunquam congelatur sed fumum exhalat.“

⁷⁾ Helvetiae Hydrographia. 1717. p. 371.

⁸⁾ Les delices de la Suisse. 1714. p. 716.

⁹⁾ Mittheil. d. Naturf. Ges. in Zür. II, p. 315.

müssen. Der Gehalt des Wassers an kohlensaurem Eisenoxydul scheint den Zutritt kalter Gewässer, welche im Gebirge niedergehen, zu bestätigen. Denn das kohlensäurehaltige Schmelz- und Regenwasser, welches in das Gebirge eindringt, löst aus den höheren Felsmassen dieses Karbonat auf, führt es den tieferen Massen zu, in welchen daher die farblosen Kalk- und Magnesiasilikate durch Austausch der Basen grün werden, und bringt es hie und da an den Thalgehängen in kalten Quellen zu Tage, wie die von Augstbord, deren unten erwähnt werden wird.

Zu hinterst im bewohnten Theile des Saas-Thales, bei Meiggern oder Zermegern, ist ein schwer zersprengbarer, glimmerreicher Gneuss anstehend ¹⁰⁾. Hier bei Meiggern kommt von Südosten her, zwischen dem Almagellhorne zu seiner Rechten und dem Mittelgrate zu seiner Linken, das Furgge-Thal herab, in dessen Hintergrunde über eine lange Schneelehne und über einen Jochgletscher, den Furgge-Gletscher, ein Pass, die sogenannte Antrona-Furke, zwischen dem Latelhorne (Monte-Latino) und dem Jazhorne hindurch nach dem Antrona-Thale führt. Das Furgge-Thal liegt an seinem Eingange beiderseits in starkglänzendem grauen Glimmerschiefer oder glimmerigem „grauen Schiefer“ und Gneuss mit grossen Feldspath-Krystallen. Im Hintergrunde finden sich an der rechten Thalseite Hornblend-Gesteine und körniger Kalkstein, welche in inniger und naher Beziehung zu einander stehen. In dem gegenüberliegenden Mittelgrate glaubt man in rothbraunen, dem Glimmerschiefer aufgelagerten, wohl über 30 Meter mächtigen Bänken die südliche Fortsetzung dieser Hornblend-Gesteine zu erkennen. Über ihnen liegen wieder graue Gesteine, wahrscheinlich glimmerige „graue Schiefer“. Die Schichtung zeigt in dem Furgg-Stalden am Eingange des Thales zwischen Meiggern und Almagell ein nach Westen gerichtetes Knie, indem die Schichten in der Höhe flach, dann abwärts steil gegen Nordwesten fallen; am östlichen Gipfel des Mittelgrates, im Hintergrunde des Thales, zeigt sich ebenso ein gegen Osten gewendetes Schichtenknie —

¹⁰⁾ Hirzel in der Neuen Alpina, II, p. 192.

eine „Strukturform“, welche zwar nicht, wie Studer ¹¹⁾ behauptet, nur an Kalkgebirgen vorkommt, aber doch allerdings aus der Hypothese der Fächerstruktur nicht erklärbar ist, sondern nur als Ergebniss veränderter Flötzlagerung betrachtet werden kann. Auf letztere will auch vermuthlich Studer mit dem Ausdrucke „Kalkgebirge“ hindeuten, indem deren „Struktur“ auch bei ihm als Schichtung gilt und eine plutonistische Hypothese nicht duldet. — Die Ostseite des Passes der Antrona-Furke ist schroff abgestürzt und führt über lange Schneehalden in die Alpen von Ganneroe und Gingin. Auf der Höhe und in dem Alpthale herrscht ausschliesslich Gneuss mit schwacher, nordwärts gerichteter Neigung, in den oberen Massen dem Glimmerschiefer genähert, tiefer abwärts zum Theil mit grossen Krystallen oder granitartig. Erst am Fusse des Gebirges, am Ronca-See (s. Chronik 1732), treten unter dem Gneusse Felsen von Hornblendegestein hervor, vielfach mit Strahlstein und Serpentin verwachsen, Gesteine, welche wir bereits im Thale von Checcio auf der Terrasse von Antrona kennen gelernt haben. Hier am See von Ronc sieht man diese Gesteine deutlich unter den schwach gegen Westsüdwest (S₆₅W.) geneigten granitischen Gneuss einfallen ¹²⁾.

Kehren wir zurück in das hintere Saas-Thal. Hier herrscht überall ein Fallen der Schichten unter ungefähr 45° gen Westnordwest (N₅₀W), wie von Saas aufwärts ganz allgemein ¹³⁾. Zwischen Meiggern und dem Allalain-Gletscher verglich Engelhardt ¹⁴⁾ die Schichtenköpfe in den unteren-Thalwänden mit über einander gelegten Balken. Jenes Fallen der Schichten zeigt sich so, wie angegeben, an den Thurm-Hörnern (dem äusseren und inneren Thurme). Man erkennt es deutlich vom Hohlicht, am Mittelgrate, aus, an den gegenüberliegenden Gipfeln der Strahlhörner und des Allalainhornes ¹⁵⁾. Östlich neben dem Mattmark-See steht nordwärts einfallender granatenführender

¹¹⁾ Geologie, I, p. 309. 310.

¹²⁾ Studer a. a. O.

¹³⁾ Studer a. a. O. p. 221.

¹⁴⁾ Monte-Rosa- und Matterhorn-Gebirge etc. p. 220.

¹⁵⁾ Studer: Geologie, I, p. 221.

Gneuss an ¹⁶⁾). Auch am Distelberge ob der Distelalp, dem Ausgange des Ofen-Thals gegenüber, herrscht dagegen das obige westnordwestliche Fallen ¹⁷⁾).

Der Hintergrund des Saas-Thales ist interessant durch die auffallende Zunahme, welche schon seit langer Zeit die zahlreichen in denselben und in seine Nebenthäler herabhangenden Gletscher gewonnen haben. Saas stand früher durch vielbegangene, gepflasterte Saumwege mit dem Antrona- und dem Anzaska-Thale in Verbindung; so noch 1559 ¹⁸⁾). Aber schon im Anfange des vorigen Jahrhunderts machte die zunehmende Vergletscherung die Unterhaltung derselben unmöglich ¹⁹⁾). Ebenso ging ein Pass durch das Feh-Thal und über den Saas-Grat nach Zermatt, welcher aber nie mehr gebraucht wird, weil es mit weniger Mühe und Gefahr verbunden ist, durch das Saas-Thal hinab bis Stalden und im Gorner-Visp-Thale hinauf nach Zermatt zu gehen. Besonders stark war die Zunahme der Gletscher in diesem Jahrhunderte in dem warmen Sommer von 1822 und in mehreren vorhergegangenen warmen Jahren ²⁰⁾). — Nahe über der Eien-Alp kommt an der linken Thalseite vom Rymfischhorne des Saas-Grates der Allalain-Gletscher herab und sperrt, aus dem Nebenthale hervortretend, dessen Grund er bedeckt, das Hauptthal als ein mehrere hundert Fuss hoher Eiswall ab. Noch in diesem Jahrhunderte lief der Weg in der Thalsole fort. Aber in jenem Jahre des starken Zudranges begrub der Gletscher zuerst diesen und sodann mehrere folgende Wege, welche man nach einander am Gletscherrande an der Thalwand herumgeführt hatte. Nach Überschreitung

¹⁶⁾ Hirzel in der Neuen Alpina, II, p. 194.

¹⁷⁾ Studer a. a. O.

¹⁸⁾ In diesem Jahre wurde noch ein Vertrag zwischen dem Zehnten Visp und Macugnaga gemacht, der sich auf den August-Jahrmarkt in letzterem Orte bezog und den Bewohnern des ersteren für ihre Pferde, Esel, Füllen und Rinder für sieben Tage freie Weide gestattete. Ruppen: Chronik des Thales Saas. 1851. p. 41.

¹⁹⁾ Noch 1573 wurde die Strasse über die Antrona-Furke hergestellt — doch wird schon von der Reformation bedeutungsvoll das Auftreten einer kalten Bise (Nordwindes) datirt, in Folge deren die Gletscher von allen Seiten zu Thal drangen. A. a. O. p. 44.

²⁰⁾ Hirzel in d. Neuen Alpina, II, p. 193.

dieser Passage gelangt man an den Mattmark-See, der, ähnlich wie der Märjel-See am Aletsch-Gletscher, durch die Stauung entstanden ist, welche der Gletscher, den Thalgrund kreuzend, den Wassern des oberen Thales entgegensetzt. Wie jener See, entleert sich auch dieser unter dem Gletscher hindurch und richtet von Zeit zu Zeit, indem er plötzlich ausbricht, ungeheure Verheerungen im Thale an.

Von der Distelalp gelangt man auf den sogenannten Telliboden, von wo man noch etwa eine Stunde über Felsen und Schnee aufwärts zu steigen hat bis auf die Passhöhe des Monte-Moro. Je näher man diesem kommt, um so flacher wird die immer nördliche Schichtensenkung des granitartigen Gneusses, und gerade durch diese flache Schichtensenkung wird das Hinansteigen auf den südöstlich hinter einander zu Tage austreichenden Schichtenköpfen bedeutend erleichtert²¹⁾. Auf dem Passe selbst herrscht ebenfalls Gneuss, welcher unter etwa 30° westnordwestlich (N₆₅W)²²⁾ geneigt ist. Auch Serpentin soll hier anstehen²³⁾. Man glaubte ansteigend auf den Rücken eines breiten Schichtengewölbes zu gelangen. Aber nur die Hälfte eines solchen ist vorhanden. Schroff stürzt der Rücken des Monte-Moro gegen das grosse Zirkusthal von Macugnaga ab, und Schichtenköpfe, sämmtlich jäh über einander abgebrochen, sind es, welche die Wand bilden, an welcher der Pfad sich hinabwindet. Ringsum ist dieser grossartigste Gebirgskessel der Alpen von den schroffen Gehängen und Wänden eingefasst; die über 3000 Meter hohen Abstürze der in meridianer Reihe geordneten Gipfel des Monte-Rosa bilden den höchsten Theil seines Randes. Die Entstehung dieses ungeheuren, zwei Stunden breiten, von den Schichtenköpfen allseitig schwach auswärts geneigter Schichten rings umgebenen und nur durch das Abflussthal der Anza gegen Osten geöffneten Thalkessels wagte selbst Studer²⁴⁾ nicht anders zu erklären, als durch Erosion und Einsturz in Folge derselben. In der That ist es nur eine Faletsche (falaise)

²¹⁾ Hirzel a. a. O. p. 195.

²²⁾ Studer: Geologie, I, p. 235.

²³⁾ Engelhardt: Das Monte-Rosa- und Matterhorn-Gebirge etc. p. 214.

²⁴⁾ Geologie, I, p. 389.

in grossem Massstabe, und die ganze unermessliche Gebirgsmasse, welche einst die Lücke des Gebirgsbaues füllte, hat keinen anderen Weg nehmen können, als den des Anzabächleins!

Das Gestein der Gebirgswand rings umher besteht aus Gneuss, der nach der Höhe zu in Glimmerschiefer übergeht, während er in der Tiefe hie und da granitartig wird. Doch mangeln nicht Zwischenlagen zerstörbareren Materials. Das ganze Gestein ist regelmässigst geschichtet und fällt unter nicht starkem Winkel durchschnittlich gegen Westnordwest, am Monte-Moro mehr gegen Nordwest, am Monte-Rosa grösstentheils gegen Westnordwest, doch am südlichsten Theile desselben schon gegen West, am Monte-Turlo gegen Südwest ($S_{45}W$)²⁵⁾. — In die grünen Alpen des Thales hangt von Westen her der Macugnaga-Gletscher herab, ausgezeichnet durch seine Seitenmoräne von 60 Meter Höhe.

Flaches, westwärts eingesenktes Fallen der Schichten herrscht im Macugnaga-Thale bis unterhalb Pestarena²⁶⁾. Dann folgen unregelmässigere Verhältnisse. Schon nahe unterhalb Macugnaga im Anzaska-Thale (der Fortsetzung des Macugnaga-Thales) fand Saussure²⁷⁾ auf der linken Thalseite Glimmerschiefer, fast quarzfrei, in gewundenen Schichten. Bei Ceppo-Morelli, eine Meile oberhalb Vanzone, erscheint gneussartiger Granit mit grossen Feldspath-Krystallen, ein Gestein, von welchem Blöcke weit im Thale abwärts verbreitet sind. Nahe unterhalb Vanzone führt uns der Passo-di-Lavazzara hinüber in das Antrona-Thal, dessen Lagerungsverhältnisse (Seite 102 und 124) sich denen des Anzaska-Thales vollkommen anschliessen. Etwa eine Meile unterhalb Vanzone dagegen und abwärts bis gegen das Eschen-Thal (Valle-d'Oscella oder Ossola) finden wir uns bereits auf der Gränze eines ganz neuen geotektonischen Revieres. Es streichen hier überall von Westsüdwest gen Ostnordost vertikale Schichten von gneussartigen Gesteinen, welche von besonderem Interesse sind durch

²⁵⁾ Studer a. a. O. p. 235.

²⁶⁾ Derselbe a. a. O. p. 237.

²⁷⁾ Voy. IV, p. 341, §. 2131.

ihre petrographische Analogie mit den Gesteinen, welche an dem diagonal entgegengesetzten Rande der Walliser Mulde in ähnlicher Stellung auftreten im Thale von Martigny, bei La-Bathia, wo der Rhodan aus der Walliser Mulde seinen Ausweg sucht, und wo Saussure²⁸⁾ diese Gesteine seinem rastlosen Studium unterzogen hat.

Auch das Gebirge südwärts vom Anzaska-Thale, über welches von San-Carlo aus der Col-d'Eigua nach Carcofora im Sermence-Thale führt, zeigt theils vertikale, von Südwest gen Nordost streichende Gneusschichten²⁹⁾, theils steil ost-südöstlich (S 65 O) fallende. Auf dem hohen und scharfen Kamme dieses Passes treten dieselben mehrfach hervor, besonders ein schöner Gneuss mit grossen Feldspath-Krystallen³⁰⁾. Das Streichen wechselt zwischen dem Col und Carcofora mehrfach; zuerst ist es von Ost-südost gen West-nordwest, dann gerade normal zu dieser Linie, von Ost-nordost gen West-südwest, gerichtet. Die Schichten, welche diese Unregelmässigkeit zeigen, sind granitähnliche, aber schiefrig abgesonderte Gesteine, zwischen welchen auch eine Dolomitschicht auftritt³¹⁾. Das Thal der Sermence, von Carcofora bis Rimasco — Val-Sesia-Piccola genannt — ist ein Querthal, welches ganz entschieden bereits einem völlig von der Walliser Mulde unabhängigen Gebirgsbezirke angehört³²⁾. Als Gränze des ersteren geotektonischen Bezirkes ist in dieser Richtung überhaupt schon das von Macugnaga in südwestlicher Richtung sich abzweigende, einsame, öde, mit wenig Nadelholz bewachsene Kratzer-Thal (Val-Quarazza) zu betrachten, durch welches man, eine Viertelstunde unterhalb Macugnaga einlenkend, zum Passo-del-Turlo aufsteigt, dem „Türle-Passe“ der deutsch redenden Bewohner dieser Piemontesischen Thäler. Dieses Thal ist ein antiklinales. Das rechte Thalgehänge desselben, das von der Cima-del-Mez-zogiorno beherrschte Gebirge, welches dieses Thal von dem

²⁸⁾ Voy. IV, p. 339. 340, §. 2130. II, p. , §. 1047 ff.

²⁹⁾ Saussure a. a. O. IV, p. 363, §. 2148.

³⁰⁾ Studer: Geologie, I, p. 237.

³¹⁾ Saussure a. a. O. IV, p. 363, §. 2148.

³²⁾ Ebendasselbst, p. 364, §. 2149.

der Sermence scheidet, wird von südostwärts geneigtem Schichtenfalle beherrscht und bildet das wahre Gegenstück des Monte-Rosa-Gebirges, während sich die Schichtenneigung gegen den Monte-Turlo südwestwärts herumwendet, um gegen das südliche Ende des Rosa vollends in westliches Fallen überzugehen. Dagegen hob schon Saussure hervor, dass die Schichten des südlichen Theiles des Bergkranzes, von welchem Macugnaga umgeben ist, insbesondere die des Pizzo-Bianco sich gegen Süden erheben und gegen Norden senken, sogar weit mehr gegen Norden, als die Schichten des Rosa und Moro, welche mehr gegen Westen geneigt sind. Aber es handelt sich hier um untergeordnete Verhältnisse. Die Schichtenlage des Monte-Rosa greift durch den Grund von Macugnaga in die viel niedrigere Kette des Pizzo-Bianco und der Cima-delle-Loccie hinüber. Dieses niedrige Gebirge liegt gleichsam innerhalb des ungeheuren, kraterartig aufgerissenen Schichtengewölbes und ist eine Ruine von diesem selbst, der nämlichen Hälfte des Gewölbes angehörig, wie der Rosa, wie Cima-de-Jazi und Monte-Moro, gleichsam eine Fortsetzung des gegen Macugnaga gerichteten Fusses dieser letzteren. Das Gestein desselben ist vorherrschend gneussartiger Granit (granit veiné), in gewundenen Schichten mit grossen Feldspath-Krystallen erfüllt, zum Theil auch in dünnen schiefrigen Lagen. Von dem Pizzo-Bianco springt nordwärts die Chicusa weit in den Zirkus von Macugnaga vor. Sie besteht aus den nämlichen gneussartigen Graniten, auch Glimmerschiefern, Quarz-Glimmerschiefern u. s. w., wie der Pizzo-Bianco, und auch die Lagerung ist die gleiche. Zwischen den krystallinischen Silikatgesteinen findet sich hier noch eine Zwischenlage von grobkörnig späthigem Kalk e, welcher lebhaft brausend in Säuren sich auflöst, aber Glimmer und Feldspath-Krystallchen in der Auflösung zurücklässt. Dieser Kalk wird in einem Ofen auf der Filera-Alp über der Pedriolo-Alp gebrannt. Der gneussartige Granit geht hier zum Theil in massigen wahren Granit über; ja Saussure beobachtete eine Felspartie, welche im Innern gneussartig, aussen dagegen vollkommen massiger Granit war³³⁾.

³³⁾ Saussure: Voy. IV, p. 353 — 356, §. 2141 — 2143.
Volger, Erdbeben. II.

6. Der Saas-Grat und Monte-Rosa.

Das Gebirge, welches uns von Stalden ab stets an der westlichen Seite des Saas-Thales begleitet hat, in der Gipfelreihe des Monte-Rosa über dem Macugnaga-Thale fortsetzt und weiter südwärts als Kette des Monte-Ollen, Monte-d'Otro und Monte-Corno bis Ivrea im Aosta-Thale sich erstreckt, verdient eine besondere Betrachtung. Ein ungeheurer Felsendamm, verläuft es in fast meridianer Richtung zwölf Meilen lang, ist von Stalden bis zum Col d'Ollen an keinem Punkte unter 3300 Meter hoch und trägt in den Mischabel-Hörnern, den Strahlhörnern, den Gipfeln des Rosa die höchsten — nur vom Montblanc übertroffenen — Häupter der Alpen³⁴⁾. In dieser ganzen Kette aber findet nirgend eine Beziehung zwischen der petrographischen Beschaffenheit und Verbreitung der Gesteine und dem Streichen und Fallen ihrer Schichten einerseits und der Erstreckung der Kette andererseits Statt, ein Beweis, dass die bedeutendsten Prozesse der Gesteinsumbildung schon vor der Entstehung der jetzigen Schichtenstellungsverhältnisse geschehen, diese vor der Thalbildung und unabhängig von derselben entstanden sein müssen. Im Allgemeinen streichen die Schichten quer durch diese Gebirgskette, doch unter verschiedenen Winkeln; aber theilweise schliessen sie sich auch dem Streichen der Gebirgskette an, und noch vollständiger wechselt das Fallen. Im nördlichsten Theile des Saas-Grates ist das Fallen gegen Südwest, im mittleren gegen West, im südlichsten Theile, in der Nähe des Rosa, gegen Nordwest gerichtet; jenseit des Rosa, wendet es sich wieder gegen Süd. Diese einfachen Grundverhältnisse werden durch zahlreiche Unregelmässigkeiten im Kleinen keineswegs verhüllt; aber sie schliessen die letzteren nicht aus. Besonders die höheren Schichtenmassen des Felsbaues, wie die, welche den mittleren Theil des Saas-Grates bilden, stellen im eigentlichsten Sinne des Wortes komplizirte Neigungsverhältnisse dar, welche allerdings der muldenförmigen Lagerung zwischen dem südlichen Schichtenfalle bei Stalden und dem nördlichen Schichtenfalle in der Nähe des Rosa vollkommen

³⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 243.

entsprechen, da eine Zusammenschiebung und Faltung der inneren Massen von einer derartigen Lagerung die nothwendige Folge sein muss, mag man diese selbst nun durch Hebung des Muldenrandes oder durch Senkung des Inneren zu erklären haben.

Die unteren Thalwände des Saas-Grates von Stalden aufwärts im Saas-Thale sowohl, als im Nikolaus-Thale entsprechen im Allgemeinen den Gesteinschichten der ihnen gegenüberstehenden Thalwände, nur dass sich das Saas-Thal auf der Seite befindet, gegen welche durchweg die Schichten aufsteigen, während sie gegen das Nikolaus-Thal sich neigen. Krystallinische, mehr oder minder feldspath-, quarz- und glimmerreiche, mehr oder minder dünnsschichtige Silikatgesteine, welche wohl summarisch als Gneuss bezeichnet werden, aber doch vielfache Verschiedenheiten zeigen, liegen, südwestlich und westsüdwestlich fallend, in grosser Regelmässigkeit übereinander. Der schroffere Abhang, welcher blos von den Schichtenköpfen gebildet wird, kehrt sich dem, von Stalden bis Saas stets nur wenig von der Streichungslinie abweichenden, Saas-Thale zu, während der Abhang gegen das Nikolaus-Thal theilweise abgebrochenen Schichtenfussen, theilweise den treppenartig unter einander hervorragenden Schichtenflächen entspricht und dadurch flacher ist. Ersterer ist grossentheils fast nackt, letzterer bot mächtigen Schuttmassen genügenden Anhalt.

Auf dem ganzen Übergange von St. Nikolaus über Riedtern und Grächen hinauf auf die Hannock-Alp, über den Grat und so hinab nach Zen-Schmieden im Saas-Thale, fand Ebel³⁵⁾ nur „Gneuss“, überall furchtbar zerklüftet, aber auch überall wohl geschichtet, besonders ausgezeichnet im obersten Grate, welcher gegen das Saas-Thal so steil abfällt, dass der in mehr als elf Stunden von St. Nikolaus hinaufgestiegene Forscher in einer einzigen Stunde bei Zen-Schmieden den Thalgrund erreichte. Auch Engelhardt³⁶⁾ fand den Grächenberg, die nördlichste Abtheilung des Saas-Grates, grösstentheils aus Gneuss und Glimmerschiefer bestehend. Der Glimmer ist von sehr verschie-

³⁵⁾ Mscrpt. Reisenotizen.

³⁶⁾ Monte-Rosa- und Matterhorn-Gebirge, p. 220.

dener Beschaffenheit, grossentheils „Chlorit“. Der Gipfel des Balfrin soll aus Chloritschiefer bestehen³⁷⁾.

Die Schlucht des Riedgletschers, welche, dem unteren Theile des Saas-Thales vollkommen parallel, vom Nadelgrate sich gegen das Nikolaus-Thal hinabzieht, folgt dem Streichen der Schichten von Südost gen Northwest. Das linke Ufer dieses Gletschers bildet eine schroffe Wand von Schichtenköpfen, welche mit dem Lauihorne gekrönt ist. Mit dem Hohberge und Nadelgrate endigt aber diese Schichtenstellung — ein Blick auf die Karte zeigt weiter südlich eine Reihe von Thälern, welche sich runsenartig von den Mischabel-Hörnern herabziehen und welche zwischen rein von Ost gen West gerichteten Seitengraten dieser nämlichen Richtung folgen. Hier ist das Streichen der Schichten gleichfalls in diese Richtung übergegangen, wenigstens in den höheren Massen des Systems. Es ist die Gegend der Muldenmitte, wo das südwestliche und das nordwestliche, nördliche, theilweise selbst nordöstliche Fallen der Schichten sich begegnen. Das Mittagshorn und der Eginer und die Gletscheralpe des Fehgletschers streichen von Nordost gen Südwest und fallen gegen Northwest; Rymfischhorn und Rymfischwängi streichen von Ost gen West und fallen gen Nord; Rothhorn und Sparrenhorn streichen von Südost gen Northwest und fallen gen Nordost. Zwischen diesen Gebirgen und dem südwestlich und südlich fallenden Balfrin und Nadelgrate lagert die Gruppe der Mischabel-Hörner in seltsamer Zusammenfaltung.

Der Grat des Lauihornes an der linken Seite des Riedgletschers enthält jedenfalls beträchtliche Kalk- und Dolomitlager. Es beweisen dies die vielen Trümmer und Blöcke von theils schwarzem, theils grauem, dichtem und körnigem Kalke und weissem, zuckerähnlichem Dolomite, welche zwischen St. Nikolaus und Herbrigen durch einen Lauinenzug vom Lauihorne aus in's Thal geführt werden³⁸⁾. Am Fusse der Thalwand, am Blifik oder Bifig oberhalb St. Nikolaus berührt ein Kalk- und Dolomit-

³⁷⁾ Engelhardt a. a. O. p. 174. 219.

³⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 387.

lager fast den Thalweg. Grosse Blöcke, welche von demselben abgestürzt sind, zeigen auf das Schönste den Übergang des schwarzen, dichten Kalkes in weissen Dolomit³⁹⁾. Übrigens ist das Gestein der östlichen Thalwand oberhalb St. Nikolaus allgemein gneussartig, wenn auch mannigfach wechselnd. Doch ist der Charakter in gewissen Schichtenreihen, besonders in der Nähe der Kalklager, auch wieder so sehr demjenigen der Gesteine im Eingange des Visp-Thales ähnlich, dass Lardy geradezu eine Wiederholung der „grauen-Schiefer“ über dem Gneusse des unteren Nikolaus-Thales in ihnen erkannte⁴⁰⁾. Zunächst der Lerchenzüge ist der Gneuss, über den „grauen Schiefer“, diesen gleichmässig aufgelagert, wieder ausgezeichnet entschieden. Es ist die durch ihre grossen Feldspath-Krystalle ausgezeichnete Varietät dieses Gesteines⁴¹⁾, welche hier auftritt, parallel mit den Schichten der Schiefer unter etwa 45° gegen Südost einfallend⁴²⁾.

Hinüber nach Saas. — Schon im Thalboden von Saas, wenn man den schönen Weg der Stationskapellen nach Feh⁴³⁾ ansteigt, zeigt sich grauer und weisser körniger Kalk in hohen Felswänden entblösst, mit schwachem Fallen gegen Südwest unter Glimmerschiefer oder „glimmerreichen, grauen Schiefer“ einfallend, und in der Höhe wechselt dieser Schiefer wiederholt mit Lagern von körnigem Kalk und Cipollin. Auf der Terrasse von Feh zeigt der Glimmerschiefer ausgezeichnete Rundhöcker, Spuren eines früheren Vordringens der Gletscher, welche den Hintergrund des merkwürdigen Zirkus von Feh bedecken. Dieser Zirkus ist ein Seitenstück des Zirkus von Macugnaga und schwerlich anderen Ursprunges, als dieser. Auch diese ungeheure Lücke im Gebirge ist eine Faletsche in grossartigem Massstabe und der Weg des Gletscherbächleins von Feh erscheint als der einzige, welchen die Trümmer und Auflösungsprodukte der

³⁹⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 190. 229. 245.

⁴⁰⁾ Lardy in Leonhard u. Bronn: Neues Jahrb. f. Min. etc. 1841. p. 189.

⁴¹⁾ Derselbe a. a. O. — Engelhardt a. a. O. p. 176.

⁴²⁾ Lardy a. a. O.

⁴³⁾ Ich schreibe Feh, nicht, wie meistens geschieht, Fee. Dieses Lokal hat mit Feen nichts zu thun, um so mehr mit Schafvieh, welches im Dialekte des Landes Feh heisst.

hier fehlenden Felsmassen genommen haben können. — Auf der Nordseite des Zirkus von Feh tritt Kalk in einem östlichen Ausläufer der Mischabel-Hörner auf. Als seine Grundlage erscheint hier, bereits höher, als der vordere Feh-Boden, Quarzit, in grossen ebenen Tafeln spaltend; höher folgt etwa 20 Meter mächtig grauer, körniger Kalkstein, dessen Absonderung ganz ähnliche Tafeln bildet, wie der Quarzit; dann weisser Dolomit von bedeutender Festigkeit und nun wieder, bei 20 Meter mächtig, weisser und röthlicher, feinkörniger Marmor. Glimmerschiefer bedeckt diese Kalkmassen und setzt mit ihnen in den Fuss der Mischabel-Hörner fort⁴⁴⁾. Man darf die Kalk- und Dolomitmassen und „grauen Schiefer“ in der Gegend von Herbrigen im Nikolaus-Thale wohl unbedenklich mit denselben in Verbindung bringen. — Die inmitten des Feh-Gletschers inselartig hervorragende Gletscheralp besteht aus Glimmerschiefer. — Die Grundlage des Mittagshornes, südlich über dem Eingange zum Feh-Zirkus, ist Gneuss⁴⁵⁾. In der Umgebung des ganz mit Gletschermassen ausgefüllten Zirkus herrschen „grüne Schiefer“, Amphibolgesteine und, zumal auch auf der westlichen Seite, serpentinarartige Gesteine. Von der Stufe von Feh höher am Mittagshorne hinauf findet man nur „grüne Schiefer“, Serpentine und Hornblende-Gesteine, welche in mehr als tausend Meter mächtigen Gebirgsmassen den Kalk des Feh-Zirkus bedecken⁴⁶⁾. Der Eginer gehört ebenfalls diesen „grünen“ Gesteinen an; aber in ihm sind die „grünen Schiefer“ reich an Epidot, Adular und Quarz-Krystallen. Der Alphubel und eine Spitze, welche als Domstufe bezeichnet wird, bestehen, nach den Blöcken zu urtheilen, welche der Feh-Gletscher mit sich führt, aus Serpentin mit Strahlstein und aus Eklogit. Auch das südöstlich an den Alphubel sich anschliessende Allalainhorn scheint Serpentin oder Chlorit-Gestein zu sein⁴⁷⁾. Die oberste

⁴⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 387. 388.

⁴⁵⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 216. 217. 218.

⁴⁶⁾ Studer a. a. O.

⁴⁷⁾ Engelhardt a. a. O. p. 215. 216.

Masse der Mischabel-Hörner ist Gneuss, welcher also über den „grünen Schiefern“ liegt, in deutlichen, aber zickzackförmig in der Richtung ihres Fallens abwechselnden Schichten. Von der Gallalpe, über die man vom Saas-Grunde zum Mittagshorne aufsteigt, stellt sich das Mischabel-Gebirge mit dieser Eigenthümlichkeit trefflich dar. Seine Felswände sind gegen den Feh-Zirkus, wie gegen das Thal der Gorner-Visp, schroff, anscheinend fast vertikal, abgestürzt; es bildet einen zackigen, gleichsam „in Fransen zerschnittenen“ Grat. Durch den Umstand, dass der Schnee auf den treppenartig vorspringenden Abbrüchen der Schichten haftet und mit den dunkleren Felswänden eine bandirte Zeichnung darstellt, tritt die Faltung dieser Schichten in grossartigen Zickzackbändern hervor. Und diese Zickzackfaltung findet nicht allein im Grossen statt, sondern auch im kleinsten Massstabe. Die Gneussblöcke, welche von den Mischabel-Hörnern einerseits auf den Feh-Gletscher und andererseits, in noch grösserer Menge, gegen das Gorner-Visp-Thal niederstürzen, wo sie sich in der Wildi zwischen Täsch und Randa in Menge finden und mit dem Atramenzi- oder Wildi-Bache vom Wild- oder Kien-Gletscher herabgeführt werden, bestehen alle aus „Zickzackgneuss“, in welchem die den Schichten folgenden Glimmerblättchen die Zickzackzeichnung markiren ⁴⁸⁾).

Am Täsch-Grate, welcher vom südlichsten und höchsten der Mischabel-Hörner, dem Täschhorne oder Dome, westwärts gegen Täsch herabläuft, herrscht bereits entschieden nordwärts gerichtetes Fallen, und dieses Verhältniss bewährt sich sodann in der ganzen südlichen Fortsetzung des immer mehr sich ausbreitenden Saas-Grates im Allalainhorne, in den Strahlhörnern u. s. f. bis zum Monte-Rosa und seinen nächsten Nachbarrücken. Die einzige Ausnahme von dieser Regel, welche am Ryffel-Grate beobachtet wird, wo steil südliches Fallen auftritt, erweist sich bald als eine ganz lokale Abnormität, welche bei der Überschau der Lagerungsverhältnisse im Grossen und im Ganzen gar nicht in Betrachtung kommen kann ⁴⁹⁾).

⁴⁸⁾ Engelhardt a. a. O. p. 60. 73. 217. 244.

⁴⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 235. — (A. Schlagintweit: Orogr. u. geolog.

Die „grünen Schiefer“, Serpentine, Hornblende-Gesteine und diesen nahestehende Felsarten scheinen nördlich von den Mischabel-Hörnern weit beschränkter aufzutreten, als südlich von denselben, nicht allein was die Verbreitung quer über den Saas-Grat betrifft, die natürlich eine sehr ungleiche sein muss, da dieser Grat sich gegen Stalden ganz ausspitzt und gegen den Rosa eine Breite von etwa drei Meilen (horizontal geschätzt) erlangt, sondern auch was die Mächtigkeit und Entwicklung derartiger Gesteine im Profile ihrer Schichtung anlangt. Ein solches Verhältniss darf nicht überraschen. Die Entwicklung der Gesteine durch allmähliche Metamorphose und Metasomatose bringt es mit sich, dass eine und dieselbe Schicht oder Schichtenreihe keineswegs überall gleichmässig umgewandelt wird, ja diese Ungleichmässigkeit entspricht den Voraussetzungen, unter welchen wir die Umbildung der Gesteine überhaupt annehmen können, so sehr, dass das Gegentheil ein entschiedenes Bedenken gegen eine solche Annahme erregen müsste. Auch haben Stubengeologen, welche in der Einbildung leben, dass in meilenweiten Erstreckungen überhaupt auch im Einzelnen, wie in der Beschaffenheit der Gesteine, eine solche Gleichmässigkeit herrsche, wie gemalte Profile sie darzustellen pflegen, hierin einen wichtigen Grund gegen die Zulässigkeit der Gesteins-Metamorphose gefunden, welcher freilich sehr illusorisch ist⁵⁰⁾.

Der Allalain-Gletscher führt Blöcke einer Felsart in das Saas-Thal, welche schon längst grosse Aufmerksamkeit erregten, weil derartige Blöcke auch im Rhodan-Thale abwärts und in den Umgebungen des Genfer-See's gefun-

Struktur des Monte-Rosa in der Gebr. Schlagintweit Neuen Untersuchungen über d. phys. Geogr. u. Geol. d. Alpen. 1853. p. 17—19.) — Leonhard und Bronn: Neues Jahrb. f. Min. etc. 1856. p. 86. 87.

⁵⁰⁾ Der Verfasser eines durch die treffliche Behandlung des mathematischen und physikalischen Theiles der Geologie sehr werthvollen Werkes über die Schöpfungsgeschichte, Friedr. Pfaff, der den Dolomit im Fränkischen Jura beobachtete, zweifelt nicht an dessen metamorphischer Entstehung, dagegen erhebt derselbe Bedenken, wie das im Texte erwähnte, gegen die metamorphische Bildung des Gneusses. In den Alpen würde sich ihm Gelegenheit genug darbieten, diese Bedenken zu beseitigen und sich zu überzeugen, dass von einer Gleichmässigkeit der Umwandlung wahrlich nicht die Rede sein kann. Vergl. Fr. Pfaff: Schöpfungsgeschichte. 1855. p. 454 u. a. O.

den werden, während doch der Ursprung derselben fast einzig hier im Saas-Grate vermuthet werden zu dürfen scheint. Es ist der Euphotid oder Gabbro, welchen schon Leopold von Buch bis hieher verfolgte und einlässlich betrachtete⁵¹⁾. Seine Angaben müssen gegenwärtig freilich sehr beträchtliche Einschränkungen erleiden. Keineswegs besteht, wie derselbe vermuthete, der ganze Saas-Grat aus jenem Gabbro, keineswegs bringen ihn alle Gletscher dieses Gebirges herab, auch mangelt keineswegs der Serpentin gegen das Saas-Thal. Einzig der Allalain-Gletscher bringt den Gabbro; anstehend kennt man das Gestein noch immer nicht.

⁵¹⁾ Der Gabbro besteht nach L. v. Buch im Wallis aus Jade (Saussurit) und Smaragdit, welches letztere Mineral fast nie mangelt. Durch lebhaft grüne Farbe zeichnet sich der Smaragdit meistens in dem matten Weiss der Hauptmasse aus, „und ist er grau, so erinnert sogleich der lebhaft metallische Schein, welchen seine glänzende Fläche zurückwirft, an die fremde Natur des Fossils. Der Jade mit dem Smaragdit findet sich in ganzen Felsen und Bergen von Blöcken bei dem Dorfe Saas im Saas-Thale im oberen Wallis. Eine Reihe der höchsten Schneeberge trennt sich hier vom Monte-Rosa und umgiebt von allen Seiten her die kleine Ebene von Saas, und gewaltige Gletscher senken sich überall mit glänzendem Eise in's Thal.“ Alle diese Gletscher bringen nach L. v. Buch solche Blöcke herab. „Die Gletscher sieht man in einer Reihe fort von der Kette herabkommen, welche sich vom Monte-Rosa trennt und zwischen dem Saaser Thale und dem von St. Nikolaus fortläuft, bis sie sich plötzlich wie ein ungeheures Kap über Stalden herabstürzt. Die ganze Kette muss daher auf ihren Höhen aus Gabbro zusammengesetzt sein, Massen von mehreren tausend Fuss Höhe und wohl zwei bis drei Meilen lang. Dies bestätigt sich auch durch das, was man am Westabhange der Kette gegen das Thal von St. Nikolaus sieht. Auch dort, in der Umgebung von Praborn oder Zermatt, führen die Gletscher vom Montstock, vom Hohenwind, vom Trift und vom Flue eine so unglaubliche Menge von Gabbroblöcken in's Thal, dass die Ebene des Thales fast völlig unter der Menge der Blöcke verschwindet. Man sieht nicht blos, wo diese Gebirgsart in Felsen ansteht, sondern auch in so imposanten Verhältnissen, wie man sie hier gar nicht ahnet. Der Jade ist graulich-weiss, dem auf den Hügeln des Pays-de-Vaud völlig gleich. Grüner Smaragdit ist in bedeutenden Massen darin, oft in Stücken von einem halben Fuss Länge. Ausserdem umwickelt der Jade noch kleine weisse, schuppig auf einander liegende Talkblättchen in Menge, nicht selten Pistazit und häufig rothen Granat. Serpentin sieht man unter den Blöcken der Saaser Gletscher nicht. Wahrscheinlich findet er sich gar nicht am Abhange des Monte-Rosa gegen das Saaser Thal, wohl aber gegen das Thal von St. Nikolaus. Der Gabbro liegt hier auf Glimmerschiefer.“ Leonhard's Taschenbuch. 1815. p. 467 ff.

Wahrscheinlich gehört dasselbe dem Reviere⁵²⁾ von Serpentin und anderen verwandten, durch Metamorphose von Kalkmassen entstandenen Felsarten an, welches vom oberen Saas-Thale durch den Saas-Grat zum Matter-Thale und Col d' Erin hinüberstreicht. Ob die Gabbro-Blöcke vom Allalain-Horne herkommen, ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen; doch gehören sie jedenfalls der unter diesem Horne durchpassirenden linken Seite des Gletschers an⁵³⁾. Die linkseitige Gandecke des Allalain-Gletschers führt ausser jenen Euphodit-Blöcken, welche allerdings vorherrschen, auch noch Eklogit, ein Gemenge von dunkelgrüner Hornblende mit rothem Granat, dann zart- und verworren-fasrige, dunkelgrüne Hornblende-Gesteine mit Feldspath- und Granat-Körnern, Gemenge von dunkelgrüner bis schwarzer Hornblende und weissem, feinschuppigem Feldspathe, den man leicht mit Kalk und Dolomit verwechseln könnte, völlig problematische Mineralien, dann Cipollin mit silberweissem Glimmer und Smaragdit, endlich bisweilen dichten Serpentin. Die frontale und rechtseitige Gandecke enthalten beinahe nur Serpentin⁵⁴⁾. Das Auftreten des Smaragdites im Cipollin deutet auf die Entstehung des Euphodites hin; der Smaragdit hat sich im Kalke entwickelt, der Saussurit ist später an die Stelle des Kalkes getreten, und so liegt nun der Smaragdit in dieser Grundmasse. Auch die übrigen Gemenge obiger Felsarten sind analoger Entstehung, und der so leicht mit Kalk und Dolomit zu verwechselnde Feldspath zwischen den Hornblende-Massen ist wirklich für Kalk substituirt, in welchem diese Hornblende sich entwickelt hatte, die, ursprünglich farblos oder lichtgrün, nun dunkelgrün oder schwarzgrün geworden ist. — Auch Dolomit tritt in dieser Gebirgsgegend auf, dieser so allgemeine Begleiter und Vermittler des Serpentin. In diesem Dolomite oder in seiner Nähe finden sich Petrefakte, worunter *Terebratula subglobosa* var. *subundata* (Bronn's Lethaea. 1838. p. 659), theils mit wohlerhaltener Schale und gelblichem Perlmutter-

⁵²⁾ Studer: Geologie, I, p. 309.

⁵³⁾ Mittheil. d. Naturf. Ges. in Bern. 1854. p. 138.

⁵⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 323.

glanze⁵⁵⁾, theils in Eisenoxyd umgewandelt⁵⁶⁾. Wenn die Bestimmung dieser Spezies zuverlässig ist, so würden die Schichten, in welchen sie sich findet, der Kreideperiode angehören. Das Auftreten von Petrefakten überhaupt hier mitten im „Urgebirge“ ist an sich schon so unerwartet und überraschend, dass man es bezweifeln würde, wenn nicht Engelhardt die volle Bürgschaft für die Richtigkeit der Angabe übernommen hätte. Allein es kann nicht überraschender sein, als einst die Entdeckung von Belemniten auf dem Nufenen-Passe war, und wir werden weiterhin Verhältnisse kennen lernen, welche das Auftreten der Kreideformation in dieser Gebirgsgegend durchaus nicht so unglaublich erscheinen lassen, als man es bisher hat finden wollen. Es gab eine Zeit, wo Studer selber die „grauen Schiefer“ des Wallis zum Flysch rechnete.

Die Zone der „grünen“ Gesteine streicht westwärts über den Saas-Grat gegen Findelen und Zermatt. Oberhalb Findelen erstreckt sich vom Findel-Gletscher her, auf der rechten Seite desselben, ein langer Wall von Trümmern, der eine alte Gandecke zu sein scheint, aus einer Zeit, wo der Gletscher eine weit grössere Ausdehnung haben musste, als gegenwärtig. Unter diesem Schutte sieht man bei fernerem Ansteigen Serpentin hervortreten in Felsen, welche hoch aufwärts anhalten. Es ist ein Gemenge der mannigfaltigsten, zu einer gemeinsamen Masse verwachsenen Steinarten, vorherrschend schiefriger Serpentin und Hornblende-Schiefer, dann auch kurz- und verworren-fasriger Strahlstein-Schiefer, Cipollin, zartblättriger Talk, gewöhnlicher „grauer Schiefer“. Bis hoch an die Strahlhörner hinauf wird keine andere Felsart sichtbar. Und wie hier die Steinarten in noch übersehbaren und durch das Auge zu begränzenden Partien regellos in einander verschlungen sind, so scheinen im Grossen die meisten Gebirge beschaffen zu sein, welche Zermatt umgeben⁵⁷⁾. Der Gebirgsgrat, welcher sich über dem rechten Ufer des Findel-Gletschers erhebt und wel-

⁵⁵⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 125.

⁵⁶⁾ Zur-Briggen in Ruppen's Chronik des Saas-Thales, p. 158.

⁵⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 322. 323.

cher, vom Oberen-Rothhorne gegen Osten bis zum Rymfischhorne sich hinziehend, dem Gletscher die Köpfe seiner nordwärts fallenden Schichten zukehrt, besteht aus Glimmerschiefer. Das Rymfischhorn und das Strahlhorn mit seiner gegen Westen scharf gespaltenen Doppelspitze bestehen, nach den Blöcken des Findel-Gletschers, welcher sich von ihnen westwärts bis gegen Findelen hinaberstreckt, aus Serpentin, Chlorit- und Glimmerschiefer und aus Gneuss, welcher zum Theil grosse Feldspath-Knauern enthält⁵⁸⁾. Auf dem Grate zwischen dem Rymfisch- und Strahlhorne finden sich nur „grüne Schiefer.“ Im Niedersteigen vom Grate gegen Mattmark findet man weder Serpentin noch Gabbro. Der letzte Ausläufer des Grates oberhalb der Hütten von Mattmark besteht aus mächtigem, steil abgestürztem grauen Kalksteine⁵⁹⁾. Der Schwarzberg-Gletscher oberhalb Mattmark bringt zwar in seiner Gandecke vorherrschend dichten, blaulich-dunkelgrünen Serpentin vom Gebirge herab — wie jenen ungeheuren, wohl 1000 Kubikklafter enthaltenden Block, den „blauen Stein“, welchen er einst, das Thal oberhalb des Mattmark-See's überschreitend, gegenüber am Abhange des Mittelgrates abgelagert hat — aber ausser diesem auch Blöcke von ausgezeichnetem weissen und grauen Marmor, dem Bardiglio von Carrara ähnlich⁶⁰⁾, welcher ebenfalls der Kreideperiode angehört und mit petrefaktenführenden Gebirgsmassen in unmittelbarem Zusammenhange steht, ferner Gyps, dessen Blöcke die Bewohner des Saas-Thales von der Gandecke des Gletschers zusammenlesen, um sie zu ihren Kirchenbauten zu verwenden⁶¹⁾. Dem Schwarzberg-Gletscher wird der Gyps zugeführt durch das sogenannte „hangende Gletscherlein“⁶²⁾, welches vom Innern-Thurme herabkommt und welches Serpentin- und Glimmerschiefer-, Dolomit- und

⁵⁸⁾ Engelhardt a. a. O. p. 214.

⁵⁹⁾ Mittheil. d. naturf. Gesellsch. in Bern. 1854. p. 136.

⁶⁰⁾ Studer: Geologie, I, p. 388.

⁶¹⁾ Zur-Briggen in Ruppen's Chronik des Saas-Thales, p. 158.

⁶²⁾ Studer nennt den Gletscher „Torrengletscher“ — vermuthlich eine Korruption von „Thurm-gletscher“.

Kalk-Blöcke mit dem Gyps zusammen herabträgt⁶³⁾. Am östlichen Abhange des Strahlhorns gegen den Schwarzenberg hin ragt der Gyps in Form eines konischen Bergstückes von etwa 400 Fuss Höhe aus dem Gletscher selber hervor. Ein Geologe des Saas-Thales, Pfarrer Im-Seng, ward durch das Auftreten dieses Gesteins hier so sehr an das Auftreten des nämlichen Gesteins am Terminen-Berge über dem Eingange in das Visp-Thal erinnert, wo die Schichten desselben mit dem Gebirge südwärts in die Mulde einfallen, dass derselbe zu der kühnen Hypothese seine Zuflucht nahm, es sei der Gyps im Thale des Schwarzenberg-Gletschers eine bei Gelegenheit einer Erdrevolution von dort hergeschleuderte Masse⁶⁴⁾. Studer betrachtet diese Kalk-, Dolomit- und Gypsmassen als „untergeordnete Lager in dem meist zu grünem Schiefer gewordenen grauen Schiefer“, und wirklich muss man sie mit demselben Rechte so betrachten, wie die gleichartigen Massen des Rhodan-Thales. Während letztere südwärts einfallen, fallen diese hier nordwärts ein und bilden den Gegenflügel der Mulde, während die Therme zu Saas-im-Grund uns das Vorhandensein des Gypses auch in der Tiefe im Innern der Mulde verbürgt. — Die Schichtung fällt an den Thurmhörnern, am Strahlhorne und am Distelberge überall gegen Westnordwest (Seite 124. 125.).

Der zwischen dem Findel- und Gorner-Gletscher von Ost gen West streichende Ryffelgrat besteht ganz aus „grünen Schiefen“⁶⁵⁾, Chlorit-, Hornblende- und Glimmerschiefen. Das Fallen derselben ist steil südwestwärts (S₄₀W) gerichtet⁶⁶⁾. Diese abnorme Stellung ist entweder einer Faltung durch Zusammenschiebung oder, wahrscheinlicher, einem Niederbrechen der Schichten zuzuschreiben, dessen Grund nahe liegt, denn wir befinden uns auf der Streichungslinie der eben besprochenen Gypsmasse. Vom Ryffelhorne, welches über dem Ende des Gorner-Gletschers über Zermatt sich erhebt, gegen Norden und gegen

⁶³⁾ Studer: Geologie, I, p. 324.

⁶⁴⁾ Im-Seng in Ruppen's Chronik des Saas-Thales, p. 132.

⁶⁵⁾ Mittheil. d. naturf. Gesellsch. in Bern. 1854. p. 136.

⁶⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 322.

Osten besteht der Ryffel ausschliesslich aus Glimmerschiefern mit grossen Granaten ⁶⁷⁾. Auf dem schmalen Grate gehen diese unmerklich in schiefrigen Serpentin über und der obere Felsenkamm besteht vorherrschend aus demselben, das Ryffelhorn selbst aber aus einer mit rothbrauner Farbe verwitternden Serpentin-Masse ⁶⁸⁾. Das abnorme Fallen der Schichten nach der Ansicht der Gebrüder Schlagintweit ⁶⁹⁾ mit der Entwicklung des Serpentin und mit den mannigfachen Umänderungen der Schiefer selbst in Verbindung zu setzen, möchte schwerlich gelingen, wenn man dabei irgend an plutonische Entstehung des Serpentin oder plutonische Gesteinsumwandlung denken wollte. Reich an Gesteinsumwandlungen ist dieses Gebirge allerdings, auch sind die Spuren derselben unverkennbar. „Inmitten der plutonischen oder vielmehr metamorphischen Serpentin-Massen — fanden Agassiz und seine Reisegefährten ⁷⁰⁾, vom Gorner-Gletscher längs der Seite des Ryfels dem kleinen Fusswege folgend — eine Schicht bläulichen Kalksteines, der gewissen jurassischen und liasischen Kalken sehr ähnlich sah und mit Säuren aufbrauste. Nach einiger Zeit schien der Kalk ein glatteres Ansehen anzunehmen; er brauste nur noch wenig mit Säuren auf, gab aber lebhaft am Stahle Funken; endlich verwandelte er sich in einen sehr reinen, milchigen, stets noch deutlich geschichteten Quarz.“

Die ganze Umgebung des Findel-Gletschers enthält eine grosse Mannigfaltigkeit von Gesteinen, deren Unterscheidung und Benennung nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nur noch eine sehr oberflächliche sein kann. Hier ist das glänzende Revier der Pennin-, Granat-, Idokras-, Diopsid-, Prehnit-, Epidot-Krystalle, des Amiantes und Bergleders, welche so viele Sammlungen zieren. Sie treten zum Theil in grossen Massen auf. Idokras und Pennin zumal treten als Felsart auf. Bald besteht der „grüne Schiefer“

⁶⁷⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 213.

⁶⁸⁾ Studer a. a. O. I, p. 322.

⁶⁹⁾ (Neue Untersuchungen über die phys. Geogr. und Geologie d. Alpen. 1853. p. 19.) — Leonhard und Bronn: Neues Jahrb. f. Min. 1856. p. 87.

⁷⁰⁾ Desor: Agassiz's und seiner Freunde geolog. Alpenreisen. Deutsch von C. Vogt, p. 151.

durchaus aus Pennin oder aus Pennin und mikroskopisch feinen Amphibolnadeln; bald mengt sich Idokras bei und durchtränkt gleichsam das schwammige Gewirre jener beiden, und alle drei oder auch blos Pennin und Idokras bilden stellenweise ein innig gemengtes Gestein, grün und weich, welches seiner Farbe und Weichheit wegen in den Sammlungen wohl als „Serpentin“ bezeichnet gefunden wird. Hier fehlen uns hundert Namen. Man muss sich zunächst an die einzelnen Krystallspezien halten. Die Bestimmung ihrer Altersfolge, ihrer Umänderungen und Übergänge ist äusserst lehrreich. Dass sie alle in Schichten entwickelt sind, deren Natur einst die des Kalkes war, lässt sich Schritt für Schritt nachweisen und verfolgen. Die grauen Kalkschiefer des Rhodan-Thales, des Nufenen- und Furka-Passes dürfen als die ursprüngliche Grundmasse dieses ganzen Gebirges angesehen werden.

Wir gelangen nunmehr über den Gorner-Gletscher zu den höchsten Kämmen des Monte-Rosa-Gebirges. Auf dem Rande des Zirkus von Macugnaga (Seite 126) ragen, von Nord nach Süd gereiht, die höchsten Gipfel, das Nordende, die Höchste Spitze, die Zumstein-Spitze, die Signal-Kuppe, die Parrot-Spitze und die Vincent-Pyramide nebst noch drei geringeren, zusammen neun Gipfel, von denen die vier nördlicheren um 100 bis 400 Meter die andern übertreffen. Die Höchste Spitze erreicht nach trigonometrischen Messungen 4636 Meter, die Vincent-Pyramide, die geringste und südlichste, 4218 Meter. Bis zu diesen Gipfeln herauf ist Alles wohl geschichtet. Der Gorner-Gletscher bringt von dieser Gebirgsgegend hellgrauen, feinkörnigen Gneuss⁷¹⁾; auch granitartiger Gneuss soll an den beiden höchsten Gipfeln auftreten⁷²⁾, doch scheint Glimmerschiefer⁷³⁾ vorzuherrschen; auf dem Weissthor-Gletscher finden sich Gneuss-Granit, Gneuss und Glimmerschiefer vereinigt und durch mancherlei Übergänge verbunden⁷⁴⁾. Der Glimmerschiefer ist bald glimmer-

⁷¹⁾ Engelhardt: Das Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 204.

⁷²⁾ Ebendasselbst p. 243.

⁷³⁾ v. Welden: Monte-Rosa, p. 57.

⁷⁴⁾ Engelhardt a. a. O. p. 204.

reicher und schiefriger, bald quarzreicher und massiger, auch fester ⁷⁵⁾. Die Höchste Spitze besteht aus Gestein von letzterer Eigenschaft; es ist ein mit Quarz durchzogener, granatenführender, gelber Glimmerschiefer, in welchem gerade hier eine Quarzmasse von einigen Fussen Mächtigkeit auftritt ⁷⁶⁾. Diesen Gesteinsunterschieden darf man mit grosser Wahrscheinlichkeit die ungleiche Höhe der Gipfel zuschreiben ⁷⁷⁾, denn es ist kein Zweifel, dass dieselben nur die Ruinen des Schichtenbaues sind, aus welchem dieses Gebirge einst bestand und dessen fortdauernde Zerstörung die auf den Gorner-Gletscher, den Weissthor-Gletscher, den Macugnaga-Gletscher u. s. w. hinabgestürzten Schuttmassen und Blöcke beweisen, während an den Felswänden selber weder Schutt, noch Verwitterungsprodukte in erheblicher Menge gefunden werden ⁷⁸⁾. Die Schichten des Gebirges fallen unter 12° bis 20° gegen Westnordwest, in der Vincent-Pyramide jedoch gegen West ⁷⁹⁾.

Von der Parrot-Spitze erstreckt sich eine andere, längere Reihe von Rücken und Gipfeln gegen Westnordwest, einigermassen dem Ryffelgrate parallel, der Lyskamm, die Zwillinge, das Breithorn. Aber von dieser Reihe laufen mehrere kleinere Grate in einer der Reihe der Rosa-Gipfel ziemlich parallelen, nahezu meridianen Richtung gegen den Gorner-Gletscher nordwärts herab, zwischen welchen sich Gletscher befinden, die absteigend mit dem Gorner-Gletscher sich verbinden und ihm das Material der sieben bis acht durch ihre scharfe Begränzung und ihren Parallelismus ausgezeichneten Gufferlinien zuführen, welche er trägt. Ähnliche nahezu meridiane Grate springen von derselben Reihe gegen Süden vor und trennen die Gletscher, welche dort gegen die Piemontesischen Thäler sich hinabziehen. Die Gesteine zeigen viele Verschiedenheiten. Je weiter von den Rosa-Gipfeln, um so mehr verliert sich der gneussartige Charakter

⁷⁵⁾ (Gebrüder Schlagintweit: Neue Unters. über d. phys. Geogr. u. Geol. d. Alpen, p. 18.) — Leonhard u. Bronn: Neues Jahrb. f. Min. 1856, p. 87.

⁷⁶⁾ Mittheilungen d. naturf. Gesellsch. in Zürich, II, p. 55.

⁷⁷⁾ Gebrüder Schlagintweit a. a. O.

⁷⁸⁾ Ebendas. a. a. O.

⁷⁹⁾ Ebendas. a. a. O.

und es treten mehr Hornblende-Gesteine und „grüne Schiefer“ nebst mancherlei untergeordneten Felslagern auf. Schon der Lyskamm enthält Hornblende- und Chloritgesteine⁸⁰⁾; von dem nördlichen Ausläufer desselben bringen die Gletscher dunkelgrauen Quarzfels, hellgrünen, feinkörnigen Gneuss, perlmutterfarbigen, metallisch glänzenden Glimmerschiefer und auch Chloritschiefer⁸¹⁾. Der Schwärziberg-Grat zwischen dem Zwillings-Gletscher und Schwärzibergs-Gletscher enthält Hornblende-Schiefer mit Pyrit-Krystallen; der Grat zwischen dem Schwärzibergs- und dem Trifti-Gletscher besteht aus schaligem Serpentin und schwarzgrauem Chloritschiefer mit Adern von Dolomit-spath und mit Turmalin- und Granat-Krystallen⁸⁰⁾. Im Breithorne und dem sogenannten Kleinen-Mont-Cervin — der Cime-brune des Breithorns bei Saussure — herrscht Serpentin, welcher zum Theil schiefrig ist und Zwischenlagen von reinen Glimmer- und Chloritschiefern enthält. Der Serpentin des Kl.-Mont-Cervin ist ausgezeichnet durch ein höchst eigenthümliches und seit Saussure nie wieder beschriebenes Vorkommen von wurmförmigem Magneteisen, welches verwitternd das Gestein in einem seltsam löcherigen, wie von Würmern durchbohrten Zustande zurücklässt⁸¹⁾. — Das meistens sehr schwache, grossentheils von wagerechter Lagerung kaum abweichende Fallen der Schichten in diesem ganzen Gebirge von den Rosa-Gipfeln bis zum Ende des Gorner-Gletschers ist durchschnittlich gegen Westen gerichtet, auf der Nordseite theilweise gegen Nordwest, auf der Südseite mehr gegen Südwest⁸²⁾; doch finden gerade auf der Höhe dieses Gebirgswalles sehr mannigfaltige Unregelmässigkeiten statt, welche von allen Beobachtern der Zerrüttung zugeschrieben worden sind, welche die hoch erhobene Gebirgsmasse durch innerliche Auszehrung und daher erfolgte Einsenkungen erlitten zu haben scheint⁸³⁾.

⁸⁰⁾ Engelhardt a. a. O. p. 203. 204.

⁸¹⁾ Saussure: Voy. IV, p. 423, §. 2252.

⁸²⁾ Saussure a. a. O. p. 422. 423, §. 2251. 2252. — Gebrüder Schlagintweit a. a. O.

⁸³⁾ Studer: Geologie, I, p. 236, — Gebrüder Schlagintweit a. a. O.

Am Stollenberge, südlich von der Vincent-Pyramide, bietet sich lehrreicher, als an irgend einem anderen Punkte, die Gelegenheit dar zur Beobachtung jener eigenthümlich geglätteten Schichtungsflächen, welche die quarz- und feldspathreicheren Gesteine, die Gneusse und Granite, so ausserordentlich häufig darbieten, und welche so vielfach, theils, wo derartige Schichtungsflächen entblösst liegen, als Spuren der polirenden Einwirkung vermeintlich früher vorhandener Gletschermassen missdeutet, theils, wo die Schichten gekrümmt, mehrfach übereinander liegend, eine derartige Beschaffenheit zeigen, als Ergebnisse einer „schaligen Absonderung“ der, nach angenommenem Glaubenssatz „plutonischen“ Gesteine bei ihrer Erkaltung und zugleich auch der Verschiebungen, welche diese Schalen über einander erlitten und durch welche sie sich gegenseitig polirt haben, angesehen worden sind. Der gewölbten fast horizontalen Bänke des Granites oberhalb dem Handeck-Falle bei der glatten, theilweise polirten, sogenannten Hehlen-Platte wurde bereits gedacht (Seite 43). Jene Lokalität ist eine klassische geworden, indem gerade auf sie die Ansichten Leopold's von Buch sich wesentlich stützten. (Über Granit und Gneiss. Abhandlungen der Berliner Akademie. 1842.) Aber ähnliche geglättete „Schalen“ bieten Granit und Gneuss in den Alpen sehr allgemein und in grosser Ausdehnung dar. Sowohl die Berner-Alpen, als auch die Umgebungen des Monte-Rosa sind reich an derartigen Erscheinungen. Hier hat Adolph Schlagintweit (Neue Untersuchungen über d. phys. Geogr. u. Geologie der Alpen. 1854. p. 167—174) seine Aufmerksamkeit auf dieselben gerichtet, ohne jedoch an dem Dogma des Plutonismus zu zweifeln, so dass seine Sammlung der ausgezeichnetsten hieher gehörigen Verhältnisse ihm wohl einen mächtigen Rüstzeug gegen die Übergriffe der allzu eifrigen Gletscherspäher darbot, aber auch ihn nicht zur Erkennung der wahren Bedeutung derselben hinleitete. Die dünneren Schichten des Gneusses, wie die massiveren Bänke des Granites zeigen da, wo sie gekrümmt und in den mannigfaltigsten Bauchungen zusammengefaltet liegen, auf ihren Schichtungsflächen sehr häufig eine gewisse Glättung, welche mit mehr oder weniger deutlichen Kritzen und Schrammen, einer, oft sehr unregelmässi-

gen und in mehreren Richtungen verlaufenden, oft aber auch in einer Hauptrichtung entschieden vorherrschenden Schraffirung verbunden zu sein pflegt. So lange man nur oberflächlich auf das Vorhandensein derartiger Schraffirungen achtete, konnte die Erscheinung mit Gletscherschliffen allerdings gar wohl verwechselt werden. Allein die Nachweisung der gleichen Beschaffenheit auch der unteren Schichtenflächen, ja der Flächen zahlreicher über einander liegender Schichten musste nothwendig zu dem Schlusse führen, zu welchem in der That schon L. v. Buch sich geführt sah, dass eine verschiebende Bewegung dieser Schichten selbst über einander das in Rede stehende Phänomen durch die gegenseitige Reibung verursacht habe. Dass L. v. Buch dabei meinte, die Schichten dieser Gesteine seien durch Erkaltung der plutonischen Laven, die verschiebenden Bewegungen durch den Rückzug der in der Erstarrung sich zusammenziehenden Massen entstanden, vermag nicht, die Richtigkeit seiner Deutung jener Glättungen und Schraffirungen selbst zu beeinträchtigen. Müssen wir aber, den Standpunkt des Plutonismus verlassend, die Schichten auch im Gneuss und Granit als wirkliche Schichten anerkennen, so bleiben uns jene geglätteten und gekritzten Schichtungsflächen, welche besonders, wo starke Verkrümmungen der Schichten sich zeigen, doch auch an zahllosen anderen Punkten, wo solche Verkrümmungen nur sehr wenig deutlich hervortreten, eine so allgemeine Erscheinung sind, einzig in der Bedeutung wichtig, dass sie uns den Beweis verschiebender Bewegungen darbieten, durch welche die Schichten zwar meistens wohl vorherrschend nach einer Hauptrichtung, aber fast überall nachweisbar nach verschiedenen untergeordneten Richtungen über einander verschoben und an einander gerieben worden sind. Sehr begreiflich ist wohl, dass derartige geglättete und gekritzte Flächen vorzugsweise ausgezeichnet und auffällig gerade an solchen Stellen sich zeigen, wo unter sehr starken Krümmungen und Bauchungen von grösserem oder kleinerem Radius jene regelmässigeren Ebenflächigkeit, welche die gewöhnlichste Erscheinungsweise der Schichtung ist, vermisst wird und somit, nach theoretisirender Ausdrucksweise, „schalenförmige Absonderung“ an die Stelle der verschwindenden Schichtung tritt. Eben so erklärlich ist es, dass

derartige Flächen ganz besonders häufig denjenigen Massen eigen sind, welche bei den Verschiebungen, denen sie unterworfen gewesen sind, den schwersten Belastungen ausgesetzt waren, somit den tieferen Schichtenmassen des Inneren, welche an den tieferen Gehängen der Thaleinschnitte zum Vorschein kommen, und den zu den grössten Höhen emporgedrängten und dort durch die Zerstörung der auflagernden Gebilde entblössten Theilen der Muldenränder. Dass gerade für Gneusse und Granite die Glättung und Kritzung der Flächen vorzugsweise bezeichnend ist, kann weit weniger auffallen, als es gewiss überraschen müsste, wenn talkige Schiefer sich gegenseitig schraffirt haben würden. Doch ist bei solchen, zumal Talk- und Chloritschiefern eine wahrhaft spiegelnde oder wachsglänzende Politur der in unregelmässige Partieen zerdrückten und so an einander verschobenen Massen eine sehr gewöhnliche Erscheinung, sowie denn auch in Kalkgebirgen die mannigfaltigsten „Rutschflächen“ nicht mangeln und um so grössere Beachtung verdienen, je mehr das, zwischen Kalkschichten so gewöhnliche, Vorhandensein weicher Zwischenlagen die Entstehung derselben erschweren und andererseits die Abzehrung dieser auflöslicheren Schichten die Spuren der entstandenen zu verlöschen geeignet sein muss.

Adolph Schlagintweit hat Abbildungen der Granitschalen und ihrer Glättung und Kritzung von mehreren ausgezeichneten Punkten aufgenommen (Atlas zu obigem Werke. Tafel IX. XIV. XV.). Auf der linken Seite des Kratzer-Thales (Seite 128) zeigen sich derartige grosse, flachgewölbte „Schalen“, welche in ihrem Fallen treppenförmig eine unter der andern hervortreten. Die breiten „sphärischen“ Flächen sind sehr glatt und fein gekritzelt und setzen sich, ohne die geringste Verminderung ihrer Glättung zu erleiden, unter der darüber liegenden „Schale“ fort, wie man dies deutlich beobachten kann, wo Theile der oberen Lagen abgesprengt sind. — Der Stollenberg, in welchem auf goldhaltige Kiese, an denen die Gebirgsmasse des Monte-Rosa so reich ist, ein noch lebendiger Bergbau umgeht, zeigt bis zu seinem Gipfel hinauf derartige „schalige Absonderungen“ der Gneussmasse, deren einige in sehr grossen Erstreckungen sich verfolgen lassen, während andere, besonders in den oberen Theilen, durch die

Verwitterung zerstückelt und zerrüttet erscheinen. Die Abbildung lässt eine sehr vollkommene Schichtung, trotz der Zerstückelung und Zerrüttung mit schöner Deutlichkeit erkennen. Aber an diesem Berge liess die gleiche Struktur und Beschaffenheit der Flächen sich auch in das Innere des Berges hinein verfolgen. Noch 100 bis 130 Schuh in den Stollen einwärts lassen sich sowohl diese „Schalen“, als auch die Glättung und Kritzung ihren Flächen ganz wie am Tage selbst beobachten.

Diese Erscheinungen erklären sich, nach Beseitigung der plutonistischen Vorstellung von einer lavenähnlichen Entstehung des Granites und Gneusses, nur durch die Streckung der Schichten selbst, welche in Folge derselben, da ihre Ausdehnung in ungleicher Weise und Richtung geschehen musste, sich auf einander verschoben und so ihre Oberflächen gegenseitig bearbeiteten, vorzugsweise aber in solcher Art gegenseitig auf einander einwirken mussten, wo die Schichtung zu gewölbartigen oder bauchigen Krümmungen oder muldenartigen Faltungen zusammengeschoben und zu Gebirgszügen emporgepresst wurde.

Gleich jenseit der Gipfelreihe, welche von der Parrot-Spitze zum Breithorne sich erstreckt, herrscht entschieden ein südwärts gerichtetes Fallen. Man beobachtet dasselbe besonders deutlich auf den jener Reihe am meisten sich nähernden Pässen, durch welche die südwärts hinablaufenden Piemontesischen Thäler in ihrem höchsten Hintergrunde mit einander kommunizieren. So in der Verlängerungslinie der Reihe der Rosa-Gipfel selbst auf dem Col-d'Ollen, zwischen dem Alagna- und Lys-Thale; so, südlich von den Gipfeln der Zwillinge, auf der Betta-Furke, zwischen dem Lys-Thale und dem Val-d'Ayas oder Challant-Thale⁸⁴⁾; ebenso, südlich vom Breithorne, an den Cimes-blanches zwischen dem Val-d'Ayas und dem Val-Tournanche⁸⁵⁾. Doch ist die Neigung der Schichten hier überall nur eine schwache, dem flachen Gewölbe des breiten Gebirgsrückens entsprechend, welcher alle diese Ketten und Gipfel trägt. Aus dem Hintergrunde der vom Rosa gegen Süden herabsteigen-

⁸⁴⁾ Studer a. a. O. p. 235.

⁸⁵⁾ Hirzel in d. Neuen Alpina, II, p. 222. — Studer a. a. O.

den Thäler führen die Gletscher überall Blöcke desselben Gneusses mit sich, aus welchem die Gandecke des Gorner-Gletschers und der Fuss des Rosa über Macugnaga besteht⁸⁶⁾. Die Gesteine der genannten Pässe sind dagegen bereits wieder „graue und grüne Schiefer“ nebst Serpentin, Cipollin und Kalk⁸⁷⁾. Doch auch im Gneuss- und Glimmerschiefer-Gebirge des Rosa selbst mangelt es nicht an Kalk, welcher hier zu jenen Gesteinen in einem ganz analogen Verhältnisse steht⁸⁸⁾, wie in der Gegend von Möril und Naters. Wahrscheinlich tritt selbst der Gyps, wie am Schwarzberg- oder Mattmark-Gletscher an der Nordseite, so auch an der Südseite des Rosa in sehr naher Nachbarschaft der höchsten Gipfelreihe auf. Ist er doch der stete Begleiter und Beherberger des Salzes, und auf dieses deuten ohne Zweifel die Namen des hintersten Tha-les am Lys-Gletscher und eines Nebenthälchens, das sich gegen das Hohelicht, südwestlich von der Vincent-Pyramide hinaufzieht, welche die „hintere und vordere Salze“ heissen, sowie des Überganges über das Gebirge zwischen beiden, die „Salze-Furke“ genannt, und eines obengelegenen Gebirgssee's, welcher als Salz-See bezeichnet wird⁸⁹⁾. — Auf der Betta-Furke liegt grauer, glimmriger Quarzfels, ostwärts von glimmrigem Kalke unterteuft, welcher seinerseits auf Serpentin lagert; die Blöcke, welche von den höheren Bergen über dem Passe herabkommen, sind körniger Kalk, Serpentin und zum Theil Hornblende-Gesteine⁹⁰⁾. Auf der Scheideck bei den Cimes-blanches zeigt sich ein gneussähnlicher Hornblend- oder Grünsteinschiefer⁹¹⁾. — Das Rothhorn, welches sich in Süden über der Betta-Furke erhebt, ist der günstigste Punkt, um die Verhältnisse der Gebirgslagerung auf dieser Seite des Rosa im Grossen

⁸⁶⁾ Studer a. a. O. p. 235.

⁸⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 231.

⁸⁸⁾ Robillant: De l'utilité des voyages etc. — Saussure: Voy. IV, p. 353—358, §. 2141—2143.

⁸⁹⁾ v. Welden: Topogr. Karte des Monte-Rosa und seiner Umgebung.

⁹⁰⁾ Saussure: Voy. IV, p. 370. 378, §. 2153. 2218.

⁹¹⁾ Hirzel in d. Neuen Alpina, II, p. 222.

zu studiren. Der Hauptkörper des Berges selber besteht aus Serpentin, welcher innen grün, aussen rostroth ist; unter demselben lagert Kalk-Glimmerschiefer, dann gegen die Betta-Alp hinab Quarz-Glimmerschiefer. Über dem Serpentine folgt ein blaugrüner, dunkler Chlorit mit theils Kalk-, theils Feldspath-Beimengungen, dann Kalkglimmer-Fels und auf dem höchsten Gipfel nochmals Serpentin. Alle diese Schichten sind fast horizontal, aber schwach südwärts geneigt. Man sieht von hier aus deutlich, dass alle Ketten, welche vom Rosa-Gebirge gegen Süden auslaufen, die Schichten ihrer verschiedenartigen schiefrigen Gesteine an den Fuss des Rosa anlegen und unter flachen, höchstens auf 30° bis 35° steigenden Winkeln südwärts einsenken⁹²⁾.

Die Lagerungsverhältnisse in der Umgebung des Rosa fasst Studer im Ganzen und im Grossen so auf, dass auf dem Gneusse, welcher im Rosa die Grundlage bilde, Glimmerschiefer liege und dass diese Hauptmasse, welche den „Centralstock“ des Rosa bilde, mantelförmig umlagert sei von „grünen Schiefer“, Cipollin- und Serpentin-Massen, deren Kämme im Allgemeinen mehrere tausend Fuss unter den Gipfeln des „Centralstockes“ liegen, welche aber nicht in den letzteren hineinsetzen, sondern ihm nur angelagert sind, so dass er entweder emporgeschoben und durch jene umlagernden Massen hindurchgebrochen sein muss, oder stehen geblieben ist, während die Umgebung eine Senkung erlitten hat⁹³⁾. Auch die Auffassung der Gebrüder Schlagintweit, denen der Überblick des Gebirges von dem höchsten Gipfel des Rosa vergönnt war, stimmt hiemit überein. Graue Schiefer, grüne Schiefer und Serpentin kehren der Gneussmasse des Rosa ihre Schichtenköpfe zu und fallen von derselben ab, in Wallis, auf der Northwest- und Westseite des Rosa, gegen Northwest und Westnordwest, in Piemont theils gegen West, theils gegen Südwest, Süd und Südost. Der ganze Gebirgsbau entspricht einem ungeheuren Schichtengewölbe, welches grossentheils zerstört ist. Die Schiefer- und Serpentin-Massen des Ryffel, des Rothhornes, Strahlhornes, Rym-

⁹²⁾ Saussure a. a. O. p. 371. 375, §. 2154. 2157.

⁹³⁾ Studer: Geologie, I, p. 236.

fischhornes u. s. w. bilden zwischen der Gneuss-Masse des Rosa und derjenigen der Mischabel-Hörner eine auffallende Niederung, die sich auch durch sanftere Gebirgsformen auszeichnet⁹⁴⁾.

Die Rymfischwängi und der Ryffel-Grat folgen dem Streichen der Schiefer- und Serpentin-Massen; ebenso zwischen ihnen die Thäler, in welchen der Findel-Gletscher und der Gorner-Gletscher liegen und welche eine unverkennbare Analogie mit dem Rhodan-Thale darbieten und wahre Gegenstücke desselben darstellen.

7. Das Gebirge westlich von der Gorner-Visp, von Visp bis über das Matter-Joch.

Dem Thale der Gorner-Visp folgend, haben wir nunmehr das oberhalb Stalden die westliche Thalwand des Nikolaus-Thales und Matter-Thales bildende Gebirge zu betrachten. Im Allgemeinen entsprechen beide Thalwände einander; doch zeigen sich im Einzelnen beträchtliche Abweichungen, welche theils in dem Lagerungsverhältnisse, in Folge dessen jeder Fortschritt von Osten gegen Westen uns mehr vom Liegenden zum Hangenden führt, theils aber in der Ungleichmässigkeit und Ungleichartigkeit der petrographischen Umwandlungen beruhen.

Von den Kalkgesteinen — „grauen Schiefern“ — welche bei Visp herrschen, durch die Kalkglimmer- und Quarzglimmergesteine, nach Saussure's⁹⁵⁾, oder die Talkflyschgesteine mit Kalkeinlagerungen, nach Studer's⁹⁶⁾ Ausdrücke, welche im Berge von Zeneggen herrschen und Zwischenlager von Serpentin, Topfstein, Gyps und Dolomit beherbergen — wie denn besonders südlich von Zeneggen noch ein Dolomitlager durch den Berg streicht⁹⁷⁾

⁹⁴⁾ Gebrüder Schlagintweit a. a. O. — Diese Forscher haben auch anerkannt, dass der Serpentin hier nicht etwa als lebende plutonische Gebirgsmasse angesehen werden könne, sondern dass derselbe, im Grossen betrachtet, eine ganz regelmässige Lagerung zwischen den Schiefern einnehme, während allerdings, im Einzelnen betrachtet, seine Begränzung oft sehr unregelmässig sei.

⁹⁵⁾ Voy. IV, p. 384, §. 2222.

⁹⁶⁾ Lehrbuch der phys. Geogr. II, p. 150.

⁹⁷⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 14.

— gelangt man, immer südwärts fallende Schichten beobachtend, in das Gebiet der Glimmerschiefer von Stalden.

Das Nikolaus-Thal ist von Stalden bis eine Stunde unterhalb Zermatt ein enger Graben zwischen schroffen Felsmauern. Selten erblickt man in dieser Enge hinter den allzu nahen unteren Thalwänden die höheren Gipfel und Kämme, ja man ahnet meistens nichts von den breiten oberen Gegenden des Thales, von welchen erst die wahren Berge emporsteigen. Zumal von Stalden bis St. Nikolaus fliesst die Gorner-Visp in einer wahren Kluft, welche von Kipfen ab so eng ist, dass der Saumpfad an der linken Thalseite hoch hinaufsteigen musste, um einen Durchgang zu finden⁹⁸⁾. — Das Thal steigt nicht so rasch, als das Saas-Thal. Gleichwohl bleibt der Rebbau auch hier bei Stalden begränzt, wo auf der Höhe des Dorfes der Dorfbrunnen doch noch von einer Rebe beschattet ist, deren Stamm eine Höhe von zehn und einen Durchmesser von einem Fusse besitzt⁹⁹⁾.

Von Stalden hinauf zu dem, nur aus dem Eingange des Saas-Thales bemerkbaren (Seite 120) Törbel fallen die Schichten gegen Westsüdwest ($S_{50}W$)¹⁾, doch nur lokal, vielleicht auch nur scheinbar in Folge der Richtung, in welcher das Thal hier das Streichen der Schichten schneidet; im Allgemeinen herrscht südwestliches Fallen.

Wenig südlich von Törbel entspringt hier auf der höheren Terrasse, welche zum Augstbord-Passe hinaufführt, bei dem Weiler „Auf-dem-Bad“ am Fusse des Augstbordhornes, nordwestlich von Emd, ein kalter Quell, welcher, wie die Therme von Saas-im-Grund, sein Bette roth färbt²⁾.

⁹⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 219.

⁹⁹⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Zürich, I, p. 294.

¹⁾ Studer a. a. O. p. 220.

²⁾ Collinus: De Sedunorum Thermis in Simmleri Vallesiae descript. 1574. fol. 148a: „Prior fons — in Deseno Vispiano — oritur in altissimo monte prope alpes, in loco qui uulgo Augstport nuncupatur Hic inquam fons ex saxo durissimo tribus vel quatuor in locis prosilit. Quin etiam alius fons (qui mox ei coniungitur) sub eodem scopulo in lapide fragili et terra rubea ex Occidente in Orientem scaturit, ubi lapides aliqui tinctura auri colorantur, et ebulliendo particulas alumini scissili similes emittit et profert. Glacies eius hyemis tempore flauis aut subrufi est coloris. Ambo eiusdem saporis sunt adstringentis et cuprei. Hic fons a multis accolis paullatim

Er verdankt diese Eigenschaft einem Gehalte an Eisenoxydulkarbonat, welcher den in diesen Gebirgen niedergehenden Wassern sehr allgemein zuzukommen scheint³⁾. Übrigens soll derselbe auch Alkalien enthalten⁴⁾, während der Gypsgehalt des Brieger Bades und des Saaser Rothbaches ihm fehlt. Er wird noch jetzt von den Landleuten benutzt⁵⁾. — Emd liegt auf derselben schmalen Terrasse, über welcher sich das Gebirge von Neuem erhebt. Wäre der tiefere, mit fast lothrechten Wänden von dieser Terrasse abstürzende Thalgraben nicht vorhanden, so würde diese Terrasse mit der am Saas-Grate ihr als Gegenstück gegenüberliegenden Terrasse von Grächen als der breite Thalgrund eines immerhin noch tiefen Thales erscheinen. Auch sind diese Terrassen augenscheinlich Überreste des ehemaligen Thalbodens, welcher vorhanden war, bevor jener tiefere Graben in ihrem Grunde eingefurcht wurde⁶⁾, wie in dem Thalboden dieses Grabens selbst nunmehr die Gorner-Visp wiederum in einer engeren und tieferen Rinne eingeschnitten ist und sich immer tiefer einschneidet.

Das Gestein von Stalden aufwärts zum Augstbord-Passe besteht aus theils „grauen“, theils „grünen Schiefer“, und letztere sind so krystallinisch entwickelt, dass man sie grossentheils als Glimmerschiefer bezeichnen kann. Schon unterhalb Emd treten in diesen Schiefer Hornblend-schiefer auf, welche oberhalb sich wiederholen. Auch auf der Höhe des schmalen Passes erscheinen sie. Weisse Adern durchziehen das Gestein, theils sind es Kalkspath-, theils Quarz-adern, theilweise auch Gemenge beider Substanzen⁷⁾. Der

uisitari coepit ut 1557 anno frequentissimus fuerit.” — J. J. Wagner: *Historia nat. helvet. curiosa*. 1683. p. 122. — J. J. Scheuchzer: *Helvetiae Hydrographia*. 1717. p. 127.

³⁾ Die im Jahre 1855 durch das Erdbeben zwischen Bitzenen und der Neuen Brücke im Visp-Thale hervorgebrochenen Quellen hatten in kurzer Zeit die Steine in ihren Betten prächtig goldgelb, später rothgelb gefärbt. Dass diese rothe, an Feuerfarbe erinnernde Färbung ganz besonderes Aufsehen erregte und mit dem Erdbeben in bedeutungsvolle — natürlich nie klar gedachte — Beziehung gebracht wurde, bedarf kaum einer Erwähnung.

⁴⁾ Neujahrsblatt der Naturf. Gesellsch. in Zürich. 1855. p. 16.

⁵⁾ Engelhardt a. a. O. p. 191.

⁶⁾ Studer: *Geologie*, I, p. 312.

⁷⁾ Derselbe a. a. O.

Quarz ist ohne Zweifel für den Spath substituirt (vergleiche Seite 37, 56, 92). Das Fallen gegen Süden hat sich hier so verflacht, dass die Schichten in dieser Richtung horizontal erscheinen, und da sie noch eine geringe Neigung gegen Westen beibehalten, so scheinen sie im Meridiane (h. 11—1) zu streichen. Bald „graue“, bald „grüne Schiefer“ herrschen in dem ganzen Gebirge auch jenseit des Passes abwärts bis Gruben im Turtman-Thale.

Südlich vom Augstbord-Bache stürzt der Jung-Bach von Westen her in das Nikolaus-Thal. Er trennt in der Höhe das Sparrenhorn rechts vom Steinthal-horne oder Jungberge links, welche beide in ihrem unteren Theile aus roth angelaufenem Glimmerschiefer und oberhalb dessen aus Gneuss bestehen, von welchem Blöcke den in der Höhe sehr zerklüfteten Wänden entstürzen. Bei St. Nikolaus liegen solche zahlreich um den Weg⁸⁾.

Von St. Nikolaus aufwärts bis Randa ist die herrschende Felsart der westlichen Thalseite überhaupt wahrer „Protogyngneuss“ mit zweierlei Feldspath. Ein Theil desselben besteht vorherrschend aus lauchgrünem und silberweissem Glimmer, welcher zollgrosse weisse Feldspath-Krystalle und verwachsene Nester von Feldspath und Quarz umzieht; in einem andern Theile ist dieser talkige Glimmer auf einzelne Streifen beschränkt, und die Hauptmasse ist ein körniges Gemenge von dichtem Feldspathe und Quarz, worin undeutlich begränzte Feldspath-Zwillinge sich ausgesondert haben⁹⁾.

Oberhalb St. Nikolaus erweitert das Thal sich ein wenig. Bei der Kapelle von Schwidern liegen gewaltige Blöcke von Gneuss mit grossen Feldspath-Krystallen. Der Blabach bringt sie von der Höhe am Abhange des Barrhornes herab und mit dem Gneuss Blöcke von Dolomit¹⁰⁾. Wir befinden uns gegenüber dem Blifik-Graben, welcher vom Lauihorne des Saas-Grates (Seite 152) Kalk und Dolomit herabführt. Das Barrhorn, welches dem Lauihorne gegenüber sich erhebt, ist ein gratförmiger Gipfel,

⁸⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 191.

⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 219. 220.

¹⁰⁾ Engelhardt a. a. O. p. 190.

welcher an seiner östlichen Seite eine kesselförmige Faletsche hat, deren senkrechte, auffallend gereifte Wand durch ihre weisse Farbe sich weithin als Dolomit anzukündigen scheint¹¹⁾. Kalk ist in diesem Gebirgszuge nördlich vom Brunneckhorne überhaupt ganz allgemein verbreitet auf dem höchsten Grate zwischen dem Nikolaus- und Turtman-Thale. Das Streichen und Fallen ist durchgängig gleichmässig, letzteres überall südwärts gerichtet¹²⁾.

Bei Mattsand, drei Viertelstunden oberhalb St. Nikolaus, ist die Gorner-Visp auf beiden Seiten von rothgelben Felsmauern eingefasst, deren Schichten sich gegen Süden senken¹³⁾.

Das Brunneckhorn, dessen Gipfel durch einen Grat mit dem Barrhorne verbunden ist, besteht aus Kalk, welcher der in diesem Gebirge herrschenden Schieferformation aufgelagert erscheint. Seine Schichten fallen südwärts¹⁴⁾. Von dem Grate zwischen diesem Horne und dem Weisshorn hangt der Bies-Gletscher herab, welcher von Zeit zu Zeit über die hohe Thalwand ob Randa hinausrückt und abstürzt. Der letzte bedeutende derartige Fall geschah im Jahre 1819, wo eine Masse herabbrach, durch welche eine Fläche von 2400 Fuss Länge und 1000 Fuss Breite 150 Fuss hoch mit Schnee, Eis und Schutt bedeckt wurde. Der dabei entstandene Windstoss knickte im Dorfe Randa Bäume, warf Hütten um und erstickte Menschen. Das unter furchtbarem Getöse im Sturze zusammenschlagende Eis leuchtete hell auf.

Im Thale ist das Gestein von Herbriggen aufwärts bis Täsch und darüber hinaus granitischer Gneuss¹⁵⁾.

Das Weisshorn besteht vermuthlich aus Gneuss von der oben bereits erwähnten Art. Es sprechen dafür die hellgrauen Felswände desselben, welche sich sowohl gegen Osten, als gegen Westen, wo man sie vom Zinal-Thale aus erblickt, auffallend von den braunen oder schwarzgrauen Felswänden

¹¹⁾ Derselbe a. a. O.

¹²⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 148.

¹³⁾ Ebel, Msc. Reisenotizen.

¹⁴⁾ J. Fröbel a. a. O.

¹⁵⁾ Studer: Geologie, I, p. 387.

der Schiefergebirge unterscheiden¹⁶⁾. Seine Schichten fallen an der Nordseite südwärts, aufwärts immer steiler; im Gipfel stehen sie vertikal, und auf der Südseite fallen sie nordwärts, abwärts immer flacher. Diese, übrigens nur sehr fragmentarisch und aus der Ferne beobachtete Schichtenstellung gilt wieder als ein Beispiel von „Fächerstruktur“ und soll diese in der „Centralmasse des Wallis“ repräsentiren. Aber hier ist die Bedeutung derselben unmittelbar verständlich, indem auch die tiefer unten und im Thalgrunde anstehenden Schichten bei Randa noch südwärts, in der ganzen Umgebung von Zermatt dagegen ebenso wie auf derselben Streichungslinie des Saas-Grates nordwärts einfallen, also die Muldenlage ganz vollkommen darstellen.

Das Gestein ist unten im Thale, in der Gegend von Täsch und der Visp-Brücke zwischen diesem Orte und Zermatt, ein dicht verwachsener Glimmerschiefer¹⁷⁾ oder granitartiger Gneuss¹⁸⁾. Aber die Felsen sind zu Rundhöckern abgeschliffen, so dass man von massigem Granite umgeben zu sein glauben könnte. Die Schieferung an den hohen Wänden ist meist unklar, stellenweise scheint sie vertikal zu sein¹⁹⁾, aber dieser Schein ist vermuthlich nur eine Folge der Zerklüftung, während im Grossen horizontale Bänke vorhanden sind, welche hier schwach gegen den Piemontesischen Gränzwall anzusteigen beginnen²⁰⁾. Auf der oberen Höhe scheinen hier, wie auf dem Saas-Grate gegenüber, gewöhnliche graue oder grüne Schiefer zu liegen²¹⁾. Unten tritt von der Täsch-Brücke aufwärts im Thale immermehr der Charakter des Gneusses in dem Gesteine hervor, und es zeigen sich darin die grossen Feldspath-Krystalle²²⁾. Unterhalb Zermatt aber treten quarzige Glimmergesteine auf, die sich freiwillig in grosse, oft rhombische Platten spalten²³⁾. Im Thal-

¹⁶⁾ Derselbe a. a. O. p. 219. 220.

¹⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 219.

¹⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 387. — Saussure: Voy. IV, p. 384, §. 2222.

¹⁹⁾ Studer a. a. O. p. 219. 220.

²⁰⁾ Saussure a. a. O.

²¹⁾ Studer a. a. O. p. 219.

²²⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 220.

²³⁾ Saussure a. a. O.

boden von Zermatt selbst ist an vielen Orten Serpentin entblösst²⁴⁾, welcher vom Saas-Grate hier durchstreicht.

Wenn man hinter Zermatt nach dem Hohlicht und dem Trift-Gletscher ansteigt, so findet man bis zu einer Höhe von 200 Metern über dem Thalgrunde schwach nordwärts fallende „grüne Schiefer“. Dann folgt Kalkstein, grauer und weisser, dickschiefriger, mit talkigen Ablösungen, abwechselnd mit grauem Talkschiefer und anhaltend bis auf die wohl 400 Meter höher liegende Terrasse des Hohlichtes. Im Ansteigen findet man sie unter ungefähr 45° westnordwestlich (N₅₀ W) fallend²⁵⁾. Hier nun erscheinen „grüne Schiefer“; aber weiter aufwärts herrscht wieder dickschiefriger, grauer und weisser körniger Kalk, zum Theil so „sekundär“ aussehend, dass man glaubt, es müssen sich Petrefakte finden; doch sind bis jetzt nirgend in diesem Gebirge solche bekannt. Am Fusse des Gabelhornes, wo man sowohl nach Zermatt als nach dem Kesselthale des Trift-Gletschers hinabblickt, zeigen sich von Neuem „grüne Schiefer“, und die Hörner und Hochgrate der Umgebung scheinen grossentheils aus diesen grünen, äusserlich braunroth verwitterten Schiefern zu bestehen. Der Trift-Gletscher selbst trägt jedoch Gneuss-Blöcke mit grossen Feldspath-Krystallen, die aus seinem Hintergrunde, vom Trifthorne oder Rothhorne, herkommen müssen. Von Findelen aus gesehen, wo man die höheren Gebirge dieser Seite des Matter-Thales mit einem sehr weiten Blicke überschaut, scheinen Kalkstein- und Schieferschichten von hier gegen Norden weit über Täsch hinaus abwärts fortzusetzen, und auch auf der Nordseite des Bies-Gletschers meint man sie in der Höhe noch zu unterscheiden²⁶⁾. So steht diese Lagerung mit den südwärts fallenden Kalk- und Dolomitschichten des Brunneck- und Barrhornes in vollkommen muldenförmigem Zusammenhange.

Gleich über Zermatt, wo der, mit terrassenförmig übereinander aufgestaffelten Felswänden bis zum Gabelhorne

²⁴⁾ Studer a. a. O. p. 322.

²⁵⁾ Derselbe a. a. O. p. 221.

²⁶⁾ Derselbe a. a. O. p. 386. 387.

sich erstreckende Grat sich gegen Westen wendet, erscheint in demselben Gneuss, mit Serpentin in Verbindung. Auch Quarzit-Schichten treten hier auf und diese besonders in der Gegend des Heubalm. Höher am Abhange lagern Dolomit- und Quarzit-Schichten, denen weiter oben Chlo-ritschiefer folgt²⁷⁾. Bei Zmutt erhebt sich auf der linken Thalseite der Kalkstein und Dolomit in hohen Felswänden; die Grundlage des Kalksteins bilden „grüne Schiefer“, die ihn weiter westlich, am Zmutt-Gletscher aufwärts, zu verdrängen scheinen. Von der Höhe dieses Gebirges fallen Trümmer von „grünem Schiefer“ und von Gabbro²⁸⁾. Blöcke von letzterem Gesteine führt auch der Trift-Gletscher; ebenso bringt sie der Zmutt-Gletscher vom „Hohenwind“²⁹⁾ — vermuthlich der Hohwängi, einem Seitengrate der Pointe-de Zinal westlich vom Gabelhorne, von welchem der Hohwäng-Gletscher dem Zmutt-Gletscher zuströmt. Doch nimmt der Zmutt-Gletscher solche Blöcke auch vom nordwestlichen Fusse des Matterhornes auf.

Wir befinden uns hier in einem der allergrossartigsten Gletscherreviere der Alpen. Die ungeheure Eismasse des Gorner-Gletschers steigt unter dem Ryffel mit prachtvollem Gletscherbruche herab, dringt mit ihrem Ende, welches, nordwärts gewandt, schon beträchtlich in das Querthal von Zermatt sich herab erstreckt, alljährlich weiter vor und scheint ihre frühere Ausdehnung wieder erreichen zu wollen, von welcher eine Moräne, auf welcher Zermatt selber zum Theil erbaut ist, ein Denkmal darbietet. Als Gegenstück zum Gorner-Gletscher kommt von Westen her in einem ganz entsprechenden Längenthale der Zmutt-Gletscher herab. Auch dieser und die ganze Gegend, aus welcher er mit seinen zahlreichen Zuflüssen her stammt, bietet ein Beispiel stets zunehmender Vergletscherung. Vor Zeiten wanderten Prozessionen von Zermatt durch diese Gletschergegend hinter der Dent-blanche herum in das Eringer-Thal

²⁷⁾ Engelhardt a. a. O. p. 220.

²⁸⁾ Studer a. a. O. p. 386.

²⁹⁾ Leop. v. Buch in Leonhard's Taschenbuch. 1815. p. 467.

— jetzt gehört dieser Übergang zu den schwierigsten und nicht ohne Abenteuer zu unternehmenden Wagnissen. Erscheinungen, wie diese, sind bisher nur von dem Gesichtspunkte aus betrachtet worden, von welchem aus man Beweise einer Veränderung der allgemeinen Wärmeverhältnisse auf der Erde erspähen zu können glaubte. An die Möglichkeit von Niveauschwankungen der Gebirgsmassen selbst ist dabei nicht gedacht worden. Weit entfernt aber, dass das, aus der Kürze der Beobachtungszeit des einzelnen Menschenlebens und der säkularen Langsamkeit und unmerklichen Allmähligkeit der Bewegungen der Erdoberfläche entsprungene Vorurtheil einer wirklichen Stabilität des Erdbodens und seiner Gebirge durch die Erfahrungen der Wissenschaft sich bestätigt fände, sind vielmehr in neueren Zeiten so zahlreiche Beweise von Beweglichkeit des Grundes, auf welchem wir wohnen, entdeckt worden, dass die Annahme einer beständigen Veränderung der Niveauverhältnisse der Erdoberfläche unabweisbar erscheint. Es ist durchaus nicht unwahrscheinlich, dass, während die Gipfel der Gebirge der Zerstörung preisgegeben sind, der Grund mancher derselben noch fortwährend emporgedrängt wird; eine allgemeine Senkung scheint sich, durch das Zurückweichen der Schneegränze nach Boussingault's Beobachtungen sowie nach der gleichmässigen Abweichung der Höhenmessungen dieses Forschers von den älteren, welche A. v. Humboldt angestellt hatte, in dem Gebirge der Südamerikanischen Andes gegenwärtig kund zu geben. Bei der Entstehung der Gebirgserhebungen durch Faltung der sich streckenden Schichten sind auch lokale Senkungen neben lokalen Anschwellungen in einem und demselben Gebirge sehr begreiflich. In stetem Widerstreite wirken den Erhebungen, gleichfalls theils plötzlicher, theils und gewiss vorzugsweise säkular, die Senkungen entgegen, welche von der Abzehrung der Schichten im Innern des Bodens herbeigeführt werden. So verlohnt es sich wohl der Mühe, die säkularen Schwankungen der Gletscherverbreitung auch von diesem Gesichtspunkte aus einer Prüfung zu unterwerfen. —

Zwischen dem Ende des Gornier- und dem des Zmutt-Gletschers ragt ein zerstückeltes Gebirge vom Piemontesischen Gränzwalle nordwärts herab, selber von mehreren Thälern, namentlich dem des Furgge-Gletschers, zerschnitten. Über

dieses führt der Pass des Matter-Joches, auch St. Theodul-Pass genannt, in's Thal von Tournanche. Die Unregelmässigkeit in der Anordnung von Berg und Thal, welche hier herrscht und unverkennbar die Existenz dieses Passes bedingte, ist mit entsprechenden Unregelmässigkeiten in der Schichtenstellung verknüpft, welche die Auffassung der herrschenden Gesamtverhältnisse erschweren. So wie das lokale südwestliche Fallen der Schichten am Ryffel (Seite 141) nur als unwesentliche Abnormität zu betrachten ist, so auch die Verhältnisse der fast auf gleicher Streichungslinie liegenden Mauer, Garfatt-Alp, der Umgebung des Schwarzsee's und des Hüreli (Hirli, Hörnli). Im Hintergrunde der Garfatt-Alp, welche man zum Joche aufsteigend passirt, betritt man auf eine weite Strecke bis zum ausgebreiteten St. Theodul-Gletscher kahle Felsmassen. Auch aus dem Gletscher selbst ragt noch ein Riff hervor. Das Gestein ist ein „grüner Schiefer“, dünnschiefrig, ausserordentlich gebogen, sowohl im Grossen, als im Kleinen wellenförmig und gewunden. Hornblende-, Talk- und Glimmerschiefer und unbestimmt charakterisirte Thonschiefer wechseln mit einander und gehen so mannigfaltig in einander über, dass keine Scheidung und Bezeichnung möglich ist. Aber zu jenen Hauptmassen kommen nun Lager, Nester, Adern von Kalkspath und Quarz mit Strahlstein, Diopsid, Idokras, Epidot, Pyrit und andern Krystallen in bunter Menge ³⁰⁾).

Das ganze Gebirge in der Umgebung des Matter-Joches trägt einen solchen Charakter durch Lagerung und auffallende Formen, dass es von Studer ³¹⁾ sowohl, wie auch von den Gebrüdern Schlagintweit ³²⁾ für einen zusammengesunkenen Bau gehalten worden ist, von welchem nur noch einzelne Ruinen zu bedeutenderer Höhe aufragen. Die Neigung gegen Nordwest ist immerhin noch vorherrschend, aber im Allgemeinen sehr flach, oft fast horizontal. Ein interessanter Beweis des Aufsteigens der Schichten aus dem Innern der Walliser-Mulde

³⁰⁾ Hirzel in der Neuen Alpina, II, p. 239. 240.

³¹⁾ Geologie, I, p. 215.

³²⁾ (Neue Untersuchungen über die phys. Geogr. und Geol. der Alpen, p. 19.) — Leonhard und Bronn's Neues Jahrb. f. Min. 1856. p. 87.

Volger, Erdbeben. II.

sind die auch hier inmitten der Gletscherreviere auftretenden Spuren von Thermen. Eine solche speist das Schwarze-seelein³³⁾, nordöstlich vom Hüreli, welches (2037 Meter ü. M.) nie gefriert. Ebenso verhält sich der Ryffel-See (über 2300 Meter ü. M.) auf dem Ryffel-Grate, mit jenem ganz auf der nämlichen Streichungslinie gelegen. Diesen letzteren fand Agassiz im August 1840 (bei einer Lufttemperatur von $+ 5^{\circ} = + 9^{\circ}$ C.³⁴⁾). Über die chemische Beschaffenheit des Wassers dieser Seen ist nichts bekannt.

Die Gesteine des Hüreli bezeichnete Studer³⁵⁾ einst als „rothbraun verwitterten Spilit, Serpentin und Flysch“, später³⁶⁾ als „äusserlich braunrothe, innen grüne Schiefer“. Nach der von Saussure vom Breithorne aus gemachten Beobachtung setzen dieselben nicht in den Fuss des nahen Matterhornes fort, obwohl es den Anschein hat. Nach Engelhardt³⁷⁾ bestände dasselbe aus blättrigem Serpentin, mit Magnetit- und Pyrit-Krystallen, aus Hornblend-schiefer mit Albit und mit Talkglimmerblättchen, Hornblend-schiefer mit rothangelaufenen Glimmerblättchen und

³³⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 37.

³⁴⁾ Agassiz: Études sur les glaciers, p. 216. — Zur Vergleichung mögen folgende Angaben über die Temperatur der Gorner-Visp nach Agassiz (a. a. O. p. 215. 216) und Forbes (Travels through de Alps of Savoy and Piedmont, p. 311) hier Platz finden:

Gorner-Visp beim Abfluss vom Monte-Rosa- oder Gorner-Gletscher „Morgens stets $= 0^{\circ}$ C.“ (Ag.); Forbes fand $33^{\circ}.3$ F. $= 0^{\circ}.8$ C.

Nach Aufnahme des Zmutt-Baches, oberhalb Zermatt, eine Meile unterhalb des Gletschers, „Morgens etwas über 0° C.“ (Ag.).

Zu Zermatt $= 35^{\circ}.5$ F. (Forbes) $= 1^{\circ}.89$ C.

Eine Meile unterhalb Zermatt (Lufttemp. $= + 9^{\circ} = 1^{\circ}.7$ C. (Ag.).

Zu Täsch, nach Aufnahme des Findel-Baches (Lufttemp. $= + 9^{\circ} = 2^{\circ}$ C. (Ag.).

Zu Herbriggen (Luftt. $= + 9^{\circ}.5 = 3^{\circ}$ C. (Ag.). Unterhalb Herbriggen fliessen mehrere Bäche in die Visp, deren Temperatur zwischen 4° und 6° C. betrug.

Eine Stunde unterhalb St. Nikolaus $= 41^{\circ}.0$ F. (Forb.) $= 5^{\circ}$ C.

Zu Stalden (Luftt. $= + 14^{\circ} = + 5^{\circ}$ C. (Ag.).

Eine halbe Stunde unterhalb Stalden $= 43^{\circ}.0$ F. (Forb.) $= 6^{\circ}.1$ C.

³⁵⁾ Lehrbuch der phys. Geogr. I, p. 391.

³⁶⁾ Geologie, I, p. 215.

³⁷⁾ Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 205. 206.

kleinen Granaten, Quarzit mit Talkglimmerblättchen, endlich Quarz und Dolomit („Bitterkalk“), lagenweise wechselnd und mit Graphit und Glimmer gemengt.

Das Matterhorn (Mont-Cervin), die wunderbarste Felspyramide der Schweizer-Alpen, welche mit unersteiglichen und unnahbaren Wänden von ihrem Fusse im Thalgrunde von Breuil noch 2000 Meter bis zu einer Höhe von 4515 Metern ü. M. emporsteigt, den Zmutt-Gletscher um 2100 Meter, das Matter-Joch selbst noch um 1200 Meter überragt, zeigt, wie schon Saussure beobachtete, drei verschiedene Schichtensysteme über einander. Der Fuss, äusserlich isabellgelb, ist Serpentin, welcher mit schiefrigem Kalkglimmergesteine wechselt; die mittlere Masse, äusserlich grau, ist Gneuss und schiefriges Quarzglimmergestein; der Gipfel, an Farbe dem Fusse gleichend, ist, wie dieser, Serpentin mit Zwischenlagen von schiefrigem Kalk- und Quarzglimmergesteine. Diese drei Schichtensysteme haben, mit ganz konformer Lagerung, eine Neigung unter 45° gegen Südwest. In der Grundlage der Pyramide erscheint der Serpentin undeutlich und verworren geschichtet³⁸⁾. Aber nicht was man mineralogisch als Serpentin zu bezeichnen pflegt, ist dieses Gestein: „grüne Schiefer“ sind es, nach dem Zeugnisse der Moränen, welche in Gabbro einerseits und in wahren Serpentin andererseits übergehen. Der mittlere Theil gehört gleichfalls den „grünen Schiefern“ an, aber es ist in diesen so viel Feldspath entwickelt, dass man sie für Gneuss gelten lassen kann. Die Masse des Gipfels aber besteht aus „grauen“ und weissen Schiefern, vermuthlich vorherrschend von kalkiger Beschaffenheit, und von Nordwest her — vom Col-d’Erin — sieht man, dass sie mannigfach gekrümmt und zusammengewunden sind. So stellt Forbes³⁹⁾ die Verhältnisse dar. Ihm schien auch die Neigung der Schichten minder stark, als Saussure sie angegeben, vielmehr nahezu horizontal⁴⁰⁾. Studer⁴¹⁾ hält die Gesteine der Kuppe, welche ihm „braun-

³⁸⁾ Saussure : Voy. IV, p. 413, §. 2243.

³⁹⁾ Travels through the Alps of Savoy and Piedmont, p. 307.

⁴⁰⁾ Derselbe a. a. O. p. 317.

⁴¹⁾ Geologie, I, p. 215.

roth" erschien, für „grüne Schiefer" oder Serpentin, die Hauptmasse aber, mit grauen Wänden, für „Talkflysch und hellgrauen Gneuss" ⁴²⁾ oder für Talkgneuss (Arkesin) oder nahe verwandte Felsarten ⁴³⁾. — Der Zmutt-Gletscher bringt in einer mächtigen Gufferlinie, die deutlich vom nordwestlichen Fusse des Matterhornes her stammt, Blöcke von Gabbro, theils grosskörnig, aus weissem Saussurit und graulich-grünem Diallag, theils kleinkörniger, aus grauem, schillerndem Labrador und stark metallisch schillerndem, dunkelgrünem Diallag bestehend, dem Granitone Toskana's ähnlich ⁴⁴⁾. Engelhardt ⁴⁵⁾ fand unter den vom Matterhorne abgestürzten Felsmassen auf der Nordseite: 1) Serpentin, bläulich-schwarz, sehr eisenhaltig, mit Dolomit durchzogen; 2) Chloritschiefer; 3) Schiefer von talkigem, sandig anzufühlendem (— vermuthlich Dolomit-Körnchen enthaltendem — V.) Chlorit von abwechselnd pistaziengrüner und grauer Farbe mit weissen Dolomit-Zwischenlagen; 4) graphithaltigen Schiefer; 5) weissen Dolomit; 6) Quarzit; talkige, gelb und grau gestreifte, sandig anzufühlende Schiefer; ausserdem an der Südseite: 7) granitartigen Gneuss, wie am Weiss-thor-Gletscher, der vom Rosa gegen den Hintergrund des Saas-Thales herabhangt, hier noch granitartiger, als dort, mit grossen Feldspath-Krystallen; 8) schwärzlichen Glimmerschiefer mit weissem Quarzit; 9) Hornblendschiefer mit Albit, Talkblättchen und Pyrit, wie am Hüreli; 10) Serpentin, wie an der Nordseite. — Dass der Felszahn des Matterhornes aus der Tiefe hervorgeschoben sei, war bereits für Saussure eine unmögliche Ansicht. Es scheint, dass besondere Verhältnisse, wie die ungleichmässige Zerstörung sowohl von der Oberfläche her, als auch in der Grundlage, diesen Zahn und andere benachbarte stehen liessen, während das umgebene Gebirge theils von oben her stärker abgetragen wurde, theils durch innere Abzehrung veranlasst wurde, sich zu senken. Ist doch gerade von dieser Gegend eine Bewegung

⁴²⁾ Studer: Lehrbuch der phys. Geogr. I, p. 391.

⁴³⁾ Derselbe: Geologie, I, p. 214.

⁴⁴⁾ Derselbe a. a. O. p. 319. 322.

⁴⁵⁾ Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 206.

des Gebirges bekannt, welche im Jahre 1595 (vergleiche die Chronik) nicht geringe Veränderungen auf dem Passe hervorgerufen zu haben scheint.

Auf dem nördlichen Abhange des Matter-Joches herrscht äusserlich rostfarbiger Serpentin in fast horizontalen Lagern ⁴⁶⁾, mit Schichten von Kalkstein und Quarz wechselnd ⁴⁷⁾, und die gleichen Schichten finden sich in der nämlichen Lagerung auch auf der Passhöhe selbst ⁴⁸⁾. Die Reihenfolge der Gesteine von der Theodul-Schanze — dem höchsten Festungswerke in Europa, einer alten, aus Felsstücken trocken aufgemauerten Brustwehr, welche vermuthlich einst von Bewohnern Piemonts gegen Einfälle der wallisischen Nachbarn erbaut ist — bis zum Gipfel des Theodulhorns, welches einige hundert Schritte nördlich von der Schanze den Pass unmittelbar beherrscht, ist folgende. Bei der Schanze selbst herrscht 1) dunkelgrauer, hornblendeführender Gneuss ⁴⁹⁾, dessen Schichten schwach gegen Nordwest fallen ⁵⁰⁾. Dann folgen nordwärts höher ⁵¹⁾: 2) grünlicher Glimmerschiefer mit Pyrit und mit Kalkspath-Zwischenlagen; 3) graubrauner, mittelkörniger Gneuss mit vielem Glimmer, welcher Gneuss-Knauer umschliesst, in denen der Feldspath vorwaltet; 4) Gneuss mit grünlichem Glimmer, welcher die Feldspath-Körnchen umhüllt; 5) weisslicher Gneuss, welcher in schiefriges Feldspathgestein übergeht; 6) „Steatit“ (Topfstein) von verschieden grüner Farbe, schiefrig, etwa 14 Fuss mächtig; 7) feinkörniger, gelblicher Kalk; 8) fast dichter, innen bläulicher, äusserlich gelblicher, schuppig-körniger Kalk; 9) Gneuss; 10) grüne Glimmerschiefer (Chloritschiefer) mit Hornblende und etwas Feldspath; 11) Rauchwacke, so löcherig, dass Saussure sie für Kalktuff ansah; 12) „Steatit“ (Topfstein). Hier folgt Schneebedeckung. Über dem Passe zeigt sich dann 1) Serpentin; 2) ein dünn-schiefriger, glimmeriger Kalk-schiefer und auf diesem lagernd 3) Gneuss, etwa 20

⁴⁶⁾ Saussure: Voy. IV, p. 383, §. 2221.

⁴⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 382, §. 2220.

⁴⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 235.

⁴⁹⁾ Saussure a. a. O. p. 426, §. 2258.

⁵⁰⁾ Hirzel in der Neuen Alpina, II, p. 235.

⁵¹⁾ Saussure a. a. O. p. 426 — 430, §. 2258 — 2261.

Fuss mächtig, grünlich-weissgrau, äusserst feinkörnig und geradschiefrig, fast einem dichten Feldspathschiefer ähnlich; 4) bläulicher, weissgrau geadarter, anscheinend dichter, aber unter der Lupe erkennbar feinkörniger Kalkstein; 5) Rauchwacke („Tuff“), ein bis zwei Fuss mächtig, zellig, mit weissen Glimmer- und grünen Talkblättchen; 6) körniger, glimmerreicher Kalk, unten dünnblättrig, höher dickschiefrig; 7) grünlicher Gneuss; 8) der Gipfel des Theodulhorns ist gelblicher Kalkglimmerfels. — Diese Gesteine scheinen uns die Gegend von Grengiols und die Kette des Tschingel im Lötsch-Thale in's Gedächtniss rufen zu wollen. Der Gyps mangelt hier am Matter-Joche; aber vermuthlich trug gerade seine Auslaugung wesentlich zum Einsinken der Gebirgsmasse bei; denn die Rauchwacke, deren Bildung von ihm abhängt, beweist seine frühere Existenz auch hier!

Ein ähnlicher Wechsel der Gesteine setzt auch weiter abwärts zum Thale von Tournanche fort⁵²⁾. Fast horizontale Schichten von körnigem, mehr oder weniger glimmerführendem Kalke, mit Schichten von Gneuss abwechselnd, herrschen noch nahe oberhalb Breuil. Weiter abwärts bestehen die Berge des Tournanche-Thales meist aus Serpentin und verwandten Gesteinen, mit Zwischenlagen von glimmerigem, körnigem Kalke⁵³⁾. Wie in den übrigen Seitenthälern des Aosta-Thales befinden wir uns in einem jener grossen Reviere⁵⁴⁾ der „grünen Schiefer“, wo diese mit „grauen Schiefer“, Serpentin, Cipollin und körnigem Kalke mannigfach wechseln⁵⁵⁾.

8. Das Gebirge von Visp bis Turtman; das Bürchen-, Ginanz- und Turtman-Thal.

Wir wenden uns zurück nach der Gegend von Visp. Wenn Girard⁵⁶⁾ angiebt, von Visp bis Gampel bilde der Rhodan die Gränze zwischen der „Kalkzone“ und dem „Schie-

⁵²⁾ Studer: Geologie, I, p. 216.

⁵³⁾ Saussure: Voy. IV, p. 406—409, §. 2237—2239.

⁵⁴⁾ Studer a. a. O. p. 341.

⁵⁵⁾ Derselbe a. a. O. p. 321. 337. 385. 386.

⁵⁶⁾ Geolog. Wanderungen, I, p. 22.

fer", von Gampel bis Chermignon unterhalb Siders sei der Kalk auf das linke Rhodan-Ufer hinübergetreten bis zum Illhorne und von Chermignon bis Saxon sei wieder der Rhodan die bestimmte Gränze der „Kalkzone“ und des „Schiefers“, so ist das eine blosser Ablesung der blauen und gemsfarbigen Flecken auf Studer's geologischer Karte. Aber in der Natur ist auch nicht der mindeste Anhaltspunkt für eine solche Auffassung, und jene theoretische Trennung des „Kalkes“ — der eben grösstentheils dünnsschichtig und schiefzig ist — und des „Schiefers“ — der eben grösstentheils Kalk ist — muss bei der Betrachtung der Natur selbst sogleich als eine völlige Zwangsmassregel erkannt werden.

Das Gebirge zwischen Visp und Turtman am linken Rhodan-Ufer, wo die Strasse theilweise in den Felsen gesprengt ist und immer am steilen Gehänge dahinläuft, zeigt überall, besonders ausgezeichnet von Visp bis Turtig, die, vom Glyshorne bis Visp schon verfolgten, meist kalkigen Schiefer mit südwärts gerichtetem Einfallen und von Ost gen West gerichtetem Streichen. Das Fallen der Schichten ist sogar meistens ein sehr steiles, von 50° bis 70° wechselndes, wie es weiter oben nur am rechten Thalgehänge zu beobachten war. Lardy⁵⁷⁾ bezeichnete das Gestein auch hier einst als „Thonschiefer“, der sich dem Glimmerschiefer näherte, von Kalkspath- (Dolomitspath-) und Quarzadern durchzogen und mit Knauern von Spath und Quarz erfüllt. Derselbe machte auch auf die oft höchst wunderlichen Biegungen und Faltungen der Schichten aufmerksam, welche in der Richtung des Streichens gleichsam zusammengeschoben erscheinen, auch auf die Zwischenlagen körnigen Kalkes. Saussure⁵⁸⁾ nannte das Gestein Kalkglimmerschiefer, welcher, aus schwarzem, glänzendem Glimmer und weissem, körnigem Kalke bestehend, wohl charakterisirt und nach seiner Meinung sicherlich „primitiv“ sei. Er vergleicht dasselbe durchaus mit dem Kalkglimmergesteine von Möril und Naters (Seite 91, 92), wo dasselbe mit wahrem Gneusse in so inniger und untrennbarer Verbindung steht. Dort freilich erscheint statt des Kalkglimmergesteins

⁵⁷⁾ Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 143.

⁵⁸⁾ Voy. IV, p. 325 — 327, §. 2216 — 2219.

grossentheils Quarzglimmergestein. Allein dasselbe wiederholt sich hier im weiteren Fortstreichen westwärts gegen Turtman.

Bei Turtig öffnen sich zwei kleine Thäler, das Thal des Mühlbaches von Bürchen und das Ginanz-Thal mit der Gemeinde Eischol. In letzterem ist 1788 ein Bergwerk unternommen⁵⁹⁾ auf silberhaltige Glanze und Kiese. Aber schon Simmler wusste von einer Silbermine am Eischol-Berge unter dem Schwarzen-Horne.

Bei Turtman öffnet sich das Turtman-Thal. Man gelangt, im Dorfe hinaufgehend, gleich hinter demselben in ein kleines Felsenthal, welches mit einem Kessel endigt. In diesen stürzt sich der sehr starke Bach, welcher aus dem Turtman-Thale hervorströmt, in dessen Hintergrunde er aus dem vom Brunneckhorne und WeissHORNE herabhängenden Turtman-Gletscher entspringt. Der Sturz des Baches über eine etwa 150 bis 200 Fuss hohe senkrechte Wand bildet einen herrlichen Wasserfall und trifft unten auf eine vorspringende Felsenbank, von der er in ein mit seinem Wasser erfülltes Becken hinausspritzt. Man kann bis ganz an den Fuss des Falles hinangehen; aber Steine, welche er zuweilen mit sich herabbringt, machen dies gefährlich⁶⁰⁾. Die Felsen, welche das Thälchen umschliessen, bestehen in den tieferen Lagen aus jenem Quarzglimmerschiefer, in den höheren aus Kalkschiefer und diesem untergeordnetem Gypse, welcher letztere besonders auf der linken Seite des Baches sich beobachten lässt⁶¹⁾, wo er deutlich auf einem dem Glimmerschiefer genäherten „Thonschiefer“ liegt⁶²⁾. Über demselben folgt wieder Quarzit, welcher gleichsam einen festen Querriegel durch den Thalausgang bildet, über welchen der Bach wie über ein Schwellbrett herabstürzt, während die Gyps- und Kalkmassen leichter zerstört wurden. Auf der rechten Seite des Thales fehlt der Gyps über dem Schiefer; dafür ist der Quarzit um so mächtiger und steht hier

⁵⁹⁾ Durch den Vater des Verf. der Geschichte des Wallis, Pater Sigism. Furrer. S. dieses Werkes p. 387.

⁶⁰⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 191.

⁶¹⁾ Derselbe a. a. O.

⁶²⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 141.

in grossen weissen Felsmassen mit deutlicher Schichtung an. Er ist etwas schiefrig und die dünnen Lagen sind mit Talkblättchen bekleidet. Wie der ihn unterteufende Schiefer streicht er von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 6) und fällt unter 50° bis 60° südwärts⁶³⁾. Auch dieser Quarzit ist für „Verucano“ der Trias erklärt worden⁶⁴⁾. Allein er ist von den Gesteinen, die ihn begleiten, untrennbar, selber nur ein Umwandlungsprodukt eines Theiles der ursprünglichen Kalkmasse, von welcher ein anderer Theil in Gyps umgewandelt ist, und diese Gesteine bilden entschieden das Hangende jener belemnitenführenden Schichten, welche im Bachalp-Thale mit südlichem Fallen gegen das Rhodan-Thal einschliessen. Wie sich in den Feldspathgesteinen des St. Gotthardsgebirges, welche durch Metasomatose aus Kalkgesteinen entstanden sind, die Apatit-Krystalle als unversehrte Erbschaft noch vorfinden, unverkennbar älter, als alle anderen gegenwärtigen Bestandtheile der Felsart, so erscheinen auch hier solche im Quarzite „eingewachsen“⁶⁵⁾. — Von den Schiefern hier hob Lardy⁶⁶⁾ hervor, dass dieselben eine so vollkommene Übereinstimmung mit denjenigen besitzen, welche bei Piotta auf der Südseite des Gotthard im Tessin-Thale auftreten und das Gneuss- und Glimmerschiefer-Gebirge unterteufen (Seite 57), dass der genaueste Mineraloge nicht im Stande sein würde, eine Unterscheidung derselben zu begründen.

Der Weg in das Turtman-Thal geht nicht am Wasserfalle hinauf, sondern oberhalb desselben und ziemlich von demselben entfernt. Erst oberhalb des Wasserfalles im Turtman-Thale selbst angekommen, passirt man den Bach auf einer Brücke, bei welcher er so ruhig zwischen Erlen dahinfliesst, dass man nichts ahnet von dem wilden Sturze, welchem er entgegengeht. Von da steil an dem linken (westlichen) Gehänge des hier schon engen Thales ansteigend, gelangt man

⁶³⁾ Derselbe a. a. O.

⁶⁴⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 55.

⁶⁵⁾ Gueymard: Minéralogie du Départ. du Simplon. — Leonhard's Taschenbuch. 1817. p. 253.

⁶⁶⁾ Denkschriften der allgem. schweizer. Naturf. Gesellschaft, I, II. 1833. p. 242.

zu dem Urwalde, welcher den ganzen unteren Theil des Thales bedeckt, der Dubewald⁶⁷⁾ genannt. Oberhalb dieses Waldes, in welchem der Pfad sehr hoch ansteigt, so dass man nur aus der Tiefe das Donnern des Waldstromes hört, gelangt man in Wiesengründe, wo unter vielen kleinen, nur in einem Theile des Jahres bewohnten, Weilern auch die von Gruben und Meiden (Z' Meiden) liegen, welche über den Augstbord-Pass mit Stalden im Visp-Thale in Verbindung stehen (Seite 153). Früher war von hier ein gepflasterter Saumpfad zum Nikolaus-Thale hinüber vorhanden; allein die Zunahme der Vergletscherung hat ihn ungangbar gemacht; nur Gemsjäger finden noch jetzt seine Spuren. Das Turtman-Thal befindet sich noch fast in dem Zustande, in welchem wir uns das Gorner-Visp-Thal vorgestellt haben (Seite 154), bevor der jetzige tiefere Thalgraben vorhanden war. Es fehlt in demselben sehr an Entblössungen des anstehenden Gesteins. Soweit Beobachtungen möglich sind, liegt es ganz im Bereiche „grüner Schiefer“, deren Schichten allgemein und besonders auch im Hintergrunde, gegen das Weisshorn zu, südwärts fallen⁶⁸⁾.

9. Die Berner-Alpen von Leuk bis St. Leonhard; die Dala-Schlucht; der Rhodan-Grund.

Die steil südwärts einfallenden Schichten, welche vom Tschingelhorne durch den Petersgrat westwärts streichen, ziehen sich, wie oben (Seite 110) bereits angedeutet worden ist, in ihrem Fortstreichen inmitten des Hochwalles der Berner-Alpen mehr und mehr in die Tiefe zurück; die Aufrichtung ist nicht mehr bis zu den oberen Massen durchgedrungen, so dass in diesen nun die Schichten des Südabhanges mit denen des Nordabhanges unmittelbar durch einen breiten, wenngleich zerstückelten, Sattel in Verbindung geblieben sind. Auch wo auf der Höhe dieses Sattels die Schichten horizontal liegend oder selbst nordwärts sich einsenkend vorhanden sind, zeigen Thaleinschnitte noch in der Tiefe steil südwärts einschliessende Schichten, deren System mit völlig

⁶⁷⁾ D. h. der wilde Wald, vom keltischen *dub*, nach Fröbel.

⁶⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 220.

konformer Lagerung vom Liegenden zum Hangenden in die südwärts fallenden Fortsetzungen jener horizontalen oder nordwärts fallenden Schichten selbst übergeht. Dieses sind insbesondere die Verhältnisse, welche im Thale der aus dem Gletscher des Balmhornes entspringenden Dala, und zwar in der oberen Hälfte desselben, einer Längenschlucht von Osten gegen Westen, dem Streichen nach, in der unteren Hälfte dagegen, einem Querthale, von Norden gegen Süden dem Fallen nach, bis zum Rhodan-Thale, so trefflich aufgeschlossen sind. Mit vollkommener Klarheit fasste dieselben hier bereits Ebel auf. Die Schichten der „zweiten Kalk-Alpenkette“ — nach seiner Ausdrucksweise — senken sich auf der Nordseite des Hochwalles der Berner-Alpen, in den Hörnern bei der Gemmi, den Diablerets, dem Oldenhorne, gegen Nordwest, auf der Südseite gegen Südost; unter dieser Kette streicht die „zweite Thonschiefer-Kette“ dahin, welche in ihren äusseren Umrissen gegen Nordwest und Südost steil abgedacht ist, ihrer Schichtenstellung nach aber gegen Südost fällt. Sie erhebt sich an mehreren Stellen bis zu 6000 und 7000 Fuss ü. M., wie an der Gemmi und an der Südseite der Diablerets. Die „Kalkkette“ ist in ihren Höhen gewöhnlich dergestalt gespalten, dass sich von dem Gewölbe ihres Sattels nichts wahrnehmen lässt; sondern weit von einander entfernte Rücken und Felshörner starren empor und scheinen, rein orographisch betrachtet, mehrere Ketten darzustellen. So an der Gemmi. Die Lammer-, Rinder-, Balmhörner erheben sich an der Nordseite des Dala-Thales und ihnen südlich gegenüber eine Reihe anderer Felshörner. Das Thal zwischen beiden Reihen ist mindestens eine Stunde breit. Die Schichtung auf beiden Seiten des Thales zeigt sich jedem Auge; fast horizontal streicht sie fort, aber ein wenig senkt sie sich mehr und mehr gegen Westen. Das Fallen der Schichten ist auf der Gemmi-Seite, wo die Schichtenköpfe gegen Süden schauen, nordwestwärts geneigt, gegenüber südostwärts, und dieses beobachtet man in dem herrlichen Durchschnittsthale vom Leuker-Bad, am Fusse der Gemmi, zum Flecken Leuk im Rhodan-Thale. Dieses nämliche südöstliche Fallen herrscht auch in der „Thonschieferkette“, welche durch den Grund des oberen Dala-Thales streicht, und es zieht sich bis zur Höhe von

3000 Met. ü. M. an der Wand der Gemmi hinauf, wo dann aber die nordwärts fallenden Kalkmassen mächtig obenauf liegen ⁶⁹⁾.

Wenn die Schichten der rechten (südlichen) Seite des oberen Dala-Thales nicht in der gleichen Höhe liegen, wie diejenigen der Gemmi-Seite, so rührt dies zunächst daher, dass der Thaleinschnitt nicht genau über der Axe des Schichtengewölbes, sondern rein auf der Nordabdachung eingeschnitten ist.

Auf der Höhe der Gemmi, der sogenannten Dub e ⁷⁰⁾, in der Umgebung des Duben-See's, herrscht allgemein „Hochgebirgskalk“, welcher hier nackte Karrenfelder darstellt und dessen Schichten gegen Nordwest fallen. Dieselben Schichten sind es auch, welche das Rinderhorn bilden, und sie haben in diesem die nämliche Lagerung ⁷¹⁾. Es ist ein blaulicher Kalkstein in Bänken von zwei Zoll bis zwei Fuss Mächtigkeit, von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 4) streichend und unter 30° bis 35° gegen Nordnordwest fallend ⁷²⁾. Dieser Kalk verbreitet sich gegen Adelboden und gegen das Simmen-Thal hinab und enthält nicht selten Belemniten. Studer rechnet ihn zum mittleren Jura ⁷³⁾.

Der Duben-See enthält seinen Wasserzufluss vom Lammern-Gletscher; einen sichtbaren Abfluss hat er nicht; aber 1200 Fuss tiefer, auf der Spitalmatte gegen Kandersteg hin, treten weit über 50 starke Quellen hervor, deren Temperatur von 2°₆ bis 3°₆ variirt. Sie brechen zwischen regellos gehäuften Kalkfelsen hervor; einige versinken, zu einem Bache vereinigt, alsbald wieder, um etwas tiefer in mehreren Quellen abermals zu Tage zu kommen ⁷⁴⁾. Dieses Verhältniss entspricht der Erwartung, zu welcher die herrschende Schichtenneigung berechtigte, dass sich die Schmelzwasser der Gemmi-Gletscher auf den Schichten gegen Norden abwärts ziehen, um hier gelegentlich hervorzubrechen. Es ist dasselbe bemerkens-

⁶⁹⁾ Ebel: Bau der Erde im Alpengebirge, I, p. 309. 310. 326. 327.

⁷⁰⁾ D. h. Wildniss. Fröbel: Reise in d. Pennin. Alpen, p. 4.

⁷¹⁾ Studer: Geologie, II, p. 4. 55.

⁷²⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 97.

⁷³⁾ Studer: Geologie, II, p. 55.

⁷⁴⁾ Bischof: Lehrbuch der chem. u. phys. Geologie, I, p. 30.

werth für die richtige Beurtheilung der Herkunft der Leuker-Thermen.

Unter dem blaulichen oder grauen Kalksteine, aus welchem die Höhe der Gemmi besteht, folgen zunächst dicke Lagen gelblichen späthigen Kalkes, welche Quarz enthalten, darunter wieder reiner Kalkstein; dann verschiedene, zum Theil späthige Kalkschichten, auch solche mit verrosteten Pyrit-Krystallen; Schichten von „Quarzsand“ mit Kalk und wieder Kalkschichten, welche Lagen und Nester eines grauen, feinen und harten Quarzsandsteines enthalten, andere, welche mit Quarz so durch und durch „gemengt“ sind, dass sie am Stahle Funken geben ⁷⁵⁾. Wir haben es hier bereits mit derselben Quarzbildung zu thun, in Folge deren an so vielen Punkten des Walliser-Gebirges Quarzit an die Stelle von Kalk getreten ist. — Die Lagen dieses Kalkfelssystems sind sehr mächtig, aber die Schichtung mangelt nie. Ein gewaltiges herabgestürztes Felsstück oberhalb Leuker-Bad zeigt deutlich Lagen von feinerem und gröberem Kalksteine, quarzführendem Kalksteine und Kalkschiefer von verschiedenen Farben, weiss, gelb, dunkelgrau, durchwoben mit Adern, welche theils aus Spath, theils aus Quarz bestehen ⁷⁶⁾. Die Spathadern durchziehen diese Kalke in sehr mannigfaltiger Weise; wo sie zahlreich auftreten, da durchtrümmern sie das ganze Gestein und verwandeln es in eine Bresche, welche aussieht — und auch bisher so aufgefasst worden ist —, als ob eckige Kalkstein-Fragmente durch einen Spathmörtel verkittet wären. Allein die leicht verfolgbare Entwicklung zeigt auf das Entschiedenste, dass das Gestein einst kompakt und unzertrümmert war und dass das Wachsthum der Spathadern die Ursache der Steinzersprengung ist. Diese Breschenbildung ⁷⁷⁾, deren schon oben (Seite 68) in Betreff der Entwicklung der Rauckwacke gedacht wurde, ist von sehr bedeutender geologischer Wichtigkeit; sie bietet vollends den Schlüssel zum Verständnisse neuer Erscheinungen, wenn man beachtet, wie die Spathadern durch Metasomatose in Quarzadern übergehen.

⁷⁵⁾ Ebel: Anleitung, die Schweiz zu bereisen, II, p. 332.

⁷⁶⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

⁷⁷⁾ Vergleiche Dr. Friedr. Scharff: Aus d. Naturgesch. der Krystalle. Abhandlungen d. Senckenberg. Ges. zu Frankfurt a. M. 1855. p. 290 u. Taf. XX.

Der Fuss der Gemmi beim Leuker-Bad besteht aus blaulichem „Thonschiefer“ mit breiten Quarzadern⁷⁸⁾, dagegen der Fuss seiner Nachbarn mehr aus „Kalkschiefer“, von unzähligen Spath- und Quarzadern durchtrümmert⁷⁹⁾. Alle diese Schichten fallen gegen Süden und werden in ununterbrochener und konformer Schichtenfolge überlagert von den Schichten, deren Köpfe den Fuss und die höhere Wand des linken (südlichen) Thalgehänges bilden und, zum Mainghorne und Torrenthorne aufsteigend, mit den oberen Schichten der Gemmi-Wand korrespondiren.

Im unteren Dala-Thale sieht man zu beiden Seiten ganz gleichmässig die Schichten gegen das Rhodan-Thal hinabsinken. Die Schichten der rechten (westlichen) Seite führen gleichsam unmittelbar zu den höheren Kalkschichten der Gemmi-Wand hinauf. Auf dieser Seite ist das Gehänge des unteren Dala-Thales furchtbar felsig und steil, und die schroffen Felsmauern zeigen in trefflicher Entblössung die Schichtenlagen als abwechselnde gelbe, röthliche, weisse, blauliche und schwarze Streifen. Die östliche Thalwand ist dagegen nicht so steil, daher auch mit Grün bedeckt. Die Verschiedenheit beruht in einer Abweichung der Dala-Schlucht von der eigentlichen Fallrichtung, welche letztere den Fluss, indem sie ein Wenig mehr westwärts geneigt ist, schneidet, so dass die Schichten der Ostseite ihm zuhangen, die der Westseite aber nicht reines Profil, sondern zugleich einigermassen ihre Köpfe ihm zukehren.

Hoch oben auf der Alp von Varen, 2000 Meter ü. M., liegen die Schichten des Kalkgebirges fast horizontal, weiter gegen das Rhodan-Thal aber fallen sie unter 30° bis 35° südwärts⁸⁰⁾. Im Dala-Thale abwärts wandernd vom Leuker-Bad, verfolgt man den Gemmi-Kalk unmittelbar bis nach Varen am Ausgange des Thales; die mit der Schichtenneigung gleichmässige und vermuthlich unter ihrem Einflusse entstandene Senkung des Thales und des Weges bewirkt, dass man fast immer neben derselben Schicht bleibt, woher der

⁷⁸⁾ Ebel: Anleitung, d. Schweiz zu bereisen, II, p. 332.

⁷⁹⁾ Derselbe a. a. O. III, p. 96.

⁸⁰⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 34.

Schein rührt, als sei das Gestein des ganzen Gebirges äusserst gleichförmig⁸¹⁾. Nahe unterhalb Leuker-Bad, unfern des Wasserfalls beim Dorfe Inden, sind in den Felsen, welche den Fuss der Gemmi bilden, als Dachschiefer brauchbare Lagen durch die Strassenarbeit gefunden, welche nun in mehreren Brüchen ausgebeutet werden⁸²⁾. Hier ist es, wo die Wege nach dem Flecken Leuk und nach Siders sich trennen. Diese Schiefer streichen von Ostnordost gen West-südwest (hora 4) und fallen unter 30° südwärts; sie sind von Kalken bedeckt, deren Streichen mehr von Nordost gen Südwest (hora 3—4) gerichtet ist, während ihr Fallen zwischen 30° und 50° variirt. Bei der Galerie von Varen, einer Enge, in welcher der Weg gegen Fels- und Lauinenstürze durch einen Überbau geschützt ist, erreicht der wahre Gemmi-Kalk den Weg, meist dunkelgrau, fast schwarz, mit untergeordneten Bänken von grünen Sandsteinen und schwarzem Thonschiefer⁸³⁾, aber auch in ganz reinen, graugelblichen und gelben Lagen, so dass die Wand gleichsam gebändert erscheint, wie an der Gemmi-Wand⁸⁴⁾. Das Streichen dieser Schichten ist fast von Ost gen West gerichtet, wenig von Nord gegen Süd abweichend (hora 6—7); sie fallen unter 50° südwärts⁸⁵⁾.

Das Längenthal der Dala, oberhalb Inden, erscheint nach diesen Beobachtungen deutlich genug als ein Einschnitt in den nördlichen Rand der Walliser-Mulde — analog dem oberen Theile des Lötsch-Thales. Hier entspringen nun in einer Erstreckung von einer halben Meile auf der Streichungslinie der zu Tage ausgehenden Schiefer die zahlreichen Thermen, welche theilweise vom Leuker-Bade benutzt werden. Es sind ihrer über 20 bekannt. Ihre Bestandtheile sind im Allgemeinen die gleichen; dagegen ist ihr Wasserreichtum und ihre Temperatur ungleich; letztere wechselt von

⁸¹⁾ Derselbe a. a. O. p. 97.

⁸²⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 246.

⁸³⁾ Girard a. a. O. p. 96, 97.

⁸⁴⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

⁸⁵⁾ Girard a. a. O.

37^{0.5} bis 53^{0.75} C.⁸⁶). Da die stärksten Quellen zugleich die wärmsten sind, so darf man schliessen, dass die niedrigere Temperatur der schwächeren nur eine Folge der Abkühlung in ihrem abgesonderten Quellenkanale ist. Die stärkste und heisseste Quelle ist die sogenannte Lorenz-Quelle, welche (1915 Meter ü. M.) auf dem Marktplatze des Dorfes nahe bei dem „Weissen Hause“ entspringt. Sie sprudelt als ein kleiner Bach unter einem darüber erbauten Heiligenstocke hervor und liefert in der Sekunde 14½ Kilogramm Wassers von 50⁰ bis 50^{0.8} C.⁸⁷). Eine andere Quelle, nordöstlich von jener, das Goldbrünnlein genannt, zeichnet sich dadurch aus, dass sie hineingelegtes Silber rasch goldgelb färbt, eine Vergoldung, welche jedoch nur von Xanthosideritocher herrührt, wie dies bereits Haller aussprach, indem er die Quelle besang:

— „ein heilsam Eisenerz vergoldet ihren Lauf“ —.

Auch Scheuchzer verkannte nicht die Natur des braungelben Pulvers, welches sich in den Kanälen und bei den Quellen absetze und „keine Gemeinschaft hat mit dem Gold, sondern vielmehr mit dem Eisen und anzusehen seye als ein wahrer crocus Martis“⁸⁸). — Die Rossgülle — d. h. Pferdequelle — von 37⁰ C. und die Heilquelle werden auch noch benutzt. Aber weiter östlich im Thale brechen noch mehrere starke Quellen hervor, ganz im Hintergrunde des Thales der Fünfbrunnen mit fünf starken Wasseradern. — Die Quellen von Leuker-Bad sind aufsteigende Quellen⁸⁹); die Stellung der Schichten, zwischen welchen sie hervortreten, die ganze Beschaffenheit des Thales, ihre Temperatur, endlich ihre chemische Beschaffenheit lässt darüber keinen Zweifel. Die absteigenden Quellen, welche im Dala-Thale entspringen, sind keine Thermen. Nur ungefähr 200 Schritte westwärts von

⁸⁶) Escher's Reisehandbuch der Schweiz. 1849. p. 200. — Neujahrsblatt d. Naturf. Ges. in Zürich. 1855. p. 16.

⁸⁷) Vergl. Anm. 86.

⁸⁸) J. J. Scheuchzer: Beschreibung der Naturgeschichten des Schweizerlandes, III., 1708. p. 135.

⁸⁹) Bischof — Lehrb. der chem. u. phys. Geologie, I, p. 128. 129 — fand dies auch wahrscheinlich, obwohl er, wenn auch nur in Betreff der Temperatur, die Möglichkeit ihrer Entstehung aus den Gletscherwassern der Gemmi darzuthun suchte.

den stärksten Thermen entspringen solche „eiskalte Meybrunnen“. Einer derselben wird „Unser Lieben Frau Brunn“ genannt, „weilen er nur zwischen zweyen der Heil. Jungfrau Marien gewidmeten Fästen fliesst“ ⁹⁰⁾. Die Temperatur dieses, nur während der Gletscherschmelze, vom Mai bis September, fließenden Quells wechselt von 0° bis 0°6 C. ⁹¹⁾. Dagegen soll der Wasserreichthum der Thermen das ganze Jahr hindurch nur unbemerkt variiren, woraus hervorgeht, dass wenigstens die Hauptmasse ihres Zuflusses aus tieferen, der Periodizität nicht unterworfenen Wasseransammlungen herrührt. Genaue, von Temperatur-Bestimmungen begleitete Messungen, ganze Jahre hindurch, ja auch nur einzelne Perioden hindurch, sind leider nicht vorhanden. Indessen mangelt es offenbar nicht an Variationen, wenn solche auch an sich, wegen der Hinfälligkeit der Wasserausgabe zu jeder Zeit, von den Anwohnern wenig beachtet werden. Es soll mehrfach im Jahre und ohne bestimmte Regel ein Trüblaufen der Quellen eintreten ⁹²⁾, besonders aber im Mai, wie Scheuchzer berichtet, dass die Quellen „in dem Meyen etliche Tag nach einander von einer weissen Kalk-Materi trüb lauffen und dann zumal von denen Anwohnern zu Sitten sonderlich gebraucht werden, weilen sie es zur selben Zeit am kräftigsten zu sein bedunken, vornemlich wann der April und Meymonat einen grossen Grad der Wärme ausgehalten“ ⁹³⁾. Dieses Trüblaufen beweist, dass sich wenigstens untergeordnet periodische Einflüsse auf die Thermen allerdings geltend machen.

Der „Thonschiefer“, aus welchem die Quellen entspringen, ergab bei der Analyse eine Zusammensetzung aus

Kieselerde	=	46.9	=	78.60...
Kalkerde	=	0.35	=	0.59...
Magnesia	=	0.68	=	1.25...
Eisenoxyd	=	3.95	=	6.68...
Thonerde	=	7.1	=	12.86...
		58.98	⁹⁴⁾	100.00000

⁹⁰⁾ Scheuchzer a. a. O. p. 138.

⁹¹⁾ Neujahrsblatt d. Naturf. Ges. in Zürich. 1855. p. 16.

⁹²⁾ Brunner u. Pagenstecher in d. Denkschriften der allg. schweiz. Naturf. Gesellsch. I, 1, p. 258 ff.

⁹³⁾ J. J. Scheuchzer: Helvetiae Hydrographia. 1717. p. 373.

⁹⁴⁾ Brunner und Pagenstecher a. a. O. — Die danebenstehende procentische Berechnung ist aus diesen Zahlen abgeleitet.

Die Lorenz-Quelle enthält in 1000 Grammen Wassers — bei + 10° C. Therm. und 24'' 6''' Bar. —

	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Kubik - Centimeter	3.63	0.74	15.1
	3.38	1.05	11.5 ⁹⁵⁾

Die aus der Quelle aufsteigende Luft besteht aus:

Kohlensäure	=	0.999
Sauerstoff	=	0.899
Stickstoff	=	98.102
		100.000 ⁹⁶⁾

Das Wasser enthält: a) im Hôtel-des-Alpes; b) in der Lorenz-Quelle ⁹⁷⁾:

		a.	b.
Freie Gase: (übereinstimmend mit den angegebenen Volumverhältnissen)	Kohlensäure	= 0.047	— Nach Abschei-
	Sauerstoff	= 0.015	— dung d. freien
	Stickstoff	= 0.145	— Gase
Kohlensaure Kalkerde	=	0.053	— 0.537
" Magnesia	=	0.096	— 0.107
" Eisenoxydul	=	0.103	— 0.044
Kieselerde	=	0.360	— 0.334
Chlormagnesium	=	—	— 0.211
Chlornatrium	=	—	— 0.083
Chlorkalium	=	0.065	— Spur
Schwefelsaures Kali	=	0.386	— 0.155
" Natron	=	0.502	— 0.633
Schwefelsaure Magnesia	=	3.084	— 2.588
" Kalkerde	=	15.200	— 15.389
" Strontianerde	=	0.048	— 0.035
Wasser	=	10979.856	— 10980.164
		10000.000	— 10000.000

Ausserdem wurden bei der ersteren Analyse Spuren von Jodkalium, Thonerde, Phosphorsäure, Salpetersäure und Salmiak, bei der zweiten auch Spuren von Jod und Salpetersäure gefunden; das Wasser enthält auch organischen Schleim, welcher sich mit Eisenoxydhydrat absetzt. Das klare Wasser

⁹⁵⁾ Die oberen Zahlen sind das Mittel aus mehreren Versuchen von Brunner und Pagenstecher a. a. O., die unteren Zahlen sind nach Pyr. Morin: Annales des mines, VII. 1845. p. 473.

⁹⁶⁾ Brunner u. Pagenstecher a. a. O.

⁹⁷⁾ a. nach Morin a. a. O. — b. nach v. Fellenberg in Leonhard u. Bronn: Neues Jahrbuch f. Min. 1845. p. 602. Beide Analysen behandelten wohl das nämliche Wasser, da, wenn ich nicht sehr irre, das Hôtel-des-Alpes seine Bäder mit dem Wasser der Lorenz-Quelle nährt.

wird nach einigen Tagen trübe durch dünne, glänzende Schüppchen, welche Thonerde, schwefelsaure Kalkerde, kohlensaure Magnesia und kohlensaure Kalkerde enthalten⁹⁸⁾. In dem Schlamme, welchen die Lorenz-Quelle absetzt, sind enthalten:

Schiefertheilehen	=	14.00	=	23.33
Kohlensaure Kalkerde	=	2.40	=	4.00
„ Magnesia	=	0.24	=	0.40
Eisenoxyd	=	32.50	=	54.01
Wasser	=	10.00	=	16.66
Verlust	=	0.86	=	1.60
		60.00 ⁹⁹⁾		100.00

Die Bestandtheile des Wassers beweisen, dass diese Thermen nicht aus den Gesteinen, welche in der Umgebung des Dala-Thales bekannt sind, ihren Gehalt an aufgelösten Salzen beziehen können. Wohl aber finden sich die nöthigen Vorräthe an solchen in den Schichten, welche die Walliser-Mulde ausfüllen, wo besonders von Gyps die reichsten Vorräthe sind. Die schwefelsaure Magnesia deutet auf jenen Prozess hin, durch welchen aus den dolomitischen Schichten die Rauchwacke gebildet wird, und der Strontiangehalt erinnert uns an die Krystalle strontianhaltigen Barytes, welche im Dolomite des Binnen-Thales in so grosser Menge vorhanden sind.

Das aufsteigende gypshaltige Wasser scheint im Dala-Thale sehr allgemein jene Wechselzersetzung in den magnesiahaltigen Schichten hervorzurufen, welche die Rauchwacke-bildung bedingt, wenngleich sie hier nicht Gelegenheit findet, in dieser Form sich geltend zu machen, da es an Dolomit-Lagern mangelt. Aber die Felswände des „Thonschiefers“ sind in der Umgegend von Leuker-Bad mit Effloreszenzen von Bittersalz bekleidet, besonders diejenigen, welche in geringer Entfernung von den Quellen das rechte Ufer der Dala bilden, und ebenso finden sich solche Effloreszenzen an den Felsen der Galerie in der Nähe von Varen. Dieses Bittersalz besitzt einen geringen Gehalt an Gyps, Chlormagnesium und salpetersaurer Magnesia, von Alkalien keine Spur¹⁾.

⁹⁸⁾ Nach Morin a. a. O. Die Anwesenheit von kohlensaurer Magnesia neben schwefelsaurem Kalke ist wohl nicht annehmbar!

⁹⁹⁾ Brunner u. Pagenstecher a. a. O.

¹⁾ Brunner u. Pagenstecher a. a. O. p. 269.

Nicht alle Quellen von Leuker-Bad treten unmittelbar aus dem Schiefer zu Tage, sondern die meisten vielmehr aus einem weit jüngeren Terrain, welches erst nach der Bildung des Dala-Thales auf dem Grunde desselben abgelagert ist, und welches theils aus Schutt und Gerölle von den umliegenden Gebirgen, theils aber aus festem Kalktuff besteht. Dieses jüngere Terrain bildet zwei Terrassen, eine unterhalb des Dorfes, les marais inférieures, „die unteren Marissen“, deren Masse am Dala-Ufer sich im Durchschnitte 50 Fuss hoch zeigt, und oberhalb, hinter dem Hôtel-des-Alpes, eine doppelt so mächtige Ablagerung, les marais supérieures, „die oberen Marissen“²⁾. Das Hôtel-des-Alpes selbst ist aus diesem Kalktuffe erbaut, welcher *Helix pomatia*, *Planorbis rotundus*, *Ancylus fluviatilis* und eine *Limnaea* enthält. Es ist dieses Gestein ein Produkt der Badquellen, welche dasselbe am Fusse der Ortschaft überall absetzen³⁾. Da die Quellen so geringe Mengen von kohlensaurer Kalkerde und zur Lösung derselben mehr als die erforderliche Kohlensäure enthalten, so ist dieser Absatz nicht als ein unmittelbarer zu betrachten. Aber bei Gegenwart eines Eisensalzes geht unter dem Einflusse modernder organischer Substanzen, wie das Wasser der Thermen sie theils schon mit sich bringt, theils aber auf dem befeuchteten Grunde überall vorfindet, die Umsetzung des Gypses zu kohlensaurem Kalke vor sich, wobei Schwefeleisen gebildet wird, welches entweder als Kies, oft in der Feinheit einer färbenden Beimengung, mit dem Kalke zum Absatze kommt, oder, mit fortgeführt, vielleicht alsbald wieder in Eisenvitriol verwandelt wird und zu neuen Umsetzungen dient.

Das Gebirge westlich von der Gemmi zeigt durchgängig ähnliche Verhältnisse, wie man sie im Querthale der Dala und im Profile des Passes selbst beobachten kann. Auf der Höhe des Gebirgswalles lagern über dem jurassischen Hochgebirgs-Kalke verschiedene jüngere Massen, besonders die tertiären Nummuliten und Cerithien-Kalke, welche bei Schwarzbach am Gemmi-Passe nordwärts geneigt, auf dem Rawyl-Passe horizontal liegen⁴⁾. Aber diese jüngeren

²⁾ A. v. Morlot im Courr. du Valais. 1855. No. 61. 1. Août.

³⁾ Engelhardt: Das Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 11. 12.

⁴⁾ Studer: Geologie, II, p. 3. 94.

Schichten sind auf dem Rücken des Hochwalles der Berner-Alpen überall zerstört, höchstens ragen sie mit ihren Abbrüchen gerade bis auf die Wasserscheide. Die jurassischen Schichten dagegen treten hier unter ihnen hervor und bilden, südwärts geneigt, den Abhang gegen das Rhodan-Thal. Von der Höhe des Gebirgswalles bis zum Thale hinab ändert sich jedoch ganz allmählig das Ansehen der Gesteine. Kalk und Schiefer wechseln die Farbe, werden krystallinischer, zeigen kaum hie und da noch Spuren von Ammoniten und Belemniten, welche, plattgedrückt, verzerrt, zersprengt und völlig unbestimmbar, nach den Erfahrungen der Paläontologie nur beweisen, dass man sich in einem Terrain befindet, welches nicht älter sein kann, als der Lias. Quarz tritt in dem Kalke auf und verwandelt denselben, indem er die Oberhand gewinnt, in eine Art kalkigen Quarz-Sandsteins oder vollends in Quarzit. Der Kalk, dem sich Dolomit und Gyps zugesellen, ist fast überall reich an Glimmer. Die Quarz-Bildung in solchen Kalkschichten verwandelt dieselben in glimmerige Quarzite. Aber als dritter Gast tritt der Feldspath ein, und so zeigen sich alle Übergänge bis in wahre Gneusse, und ohne irgend eine Gränze bemerkt zu haben, steht man endlich mitten im Gebiete des vollendetsten Metamorphismus. So vom Gemmi, Rawyl, Sanetsch bis Leuk, Siders, Sitten.

Der Kalk bei der Galerie von Varen ist sehr krystallinisch und glimmerreich. — Von Varen bis Salgesch wandert man an einer rauchgrauen Kalkwand; der nämliche Kalk steht auch bei der Mühle an, welche unterhalb Salgesch am Rhodan liegt, wo ein starker Quell entspringt, der, im Sommer trübe, im Winter klar fliessend, seinen Zusammenhang mit den Gletschern des Gebirges bezeugt. Im Sommer giebt er in der Minute etwa 150 Kubikfuss Wasser, im Winter weniger. Dieses Wasser gefriert aber nie, auch soll es überhaupt im Winter wärmer sein, als im Sommer⁵⁾. Vermuthlich gewinnt im Winter der Einfluss einer dem Quell aus der Tiefe zugehenden Therme grösseren Einfluss.

Der Abhang vom Rawyl-Passe bis Siders besteht

⁵⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 96.

aus dem nämlichen Kalk- und Schiefergebirge, wie von der Gemmi bis Varen. Bei Ayent, westlich über der Rière-Schlucht, in beträchtlicher Höhe, sind Dachschieferbrüche, wie bei Inden, die hier schon lange in Betriebe stehen ⁶⁾.

Die Nachbarschaft von Gyps und dessen häufigem Begleiter, Steinsalz, kündigt sich schon durch den Namen von Salgesch an. Ehedem ward hier aus Soolquellen Salz gewonnen; daher der Name, ursprünglich „in Salinis“ ⁷⁾. Bei Siders (Sierre) treten in den Höhen, welche den Flecken auf der Nordseite begränzen, sehr hohe Gypsfelsen hervor ⁸⁾. Hundert Schritte von dem Orte, bei Cuchon, befindet sich in denselben ein Steinbruch ⁹⁾. Thalabwärts tritt dasselbe Gestein am Bergfusse mehrfach hervor ¹⁰⁾. Studer's Karte bezeichnet ihn bei Venthonne unterhalb Chermignon (Tzar-montane) und bei St. Leonhard. Bei letzterem Orte ist eine der ausgedehntesten Gypsmassen, la Patrière genannt. Auf beiden Wegen, oben durch den Ort, wie unten am Rhodan, trifft man das Gestein; früher war es am Besten an dem unteren Wege durch die Strasse aufgeschlossen, wo Brochant (ganz wie in der Tarentaise) schwarze Thonschiefer und Anthrazit und Kalkschichten von sandigem Ansehen mitten in dem Gypslager beobachtete ¹¹⁾. Seit der Erbauung der neuen Kunststrasse lässt sich in der Nähe der Steinbrüche oberhalb des Ortes folgende Schichtenfolge beobachten ¹²⁾: 1) schiefriger Kalk, mit Kalk gemengt, streicht hora 6, fällt 45° S; 2) dichter Kalk, lichtgrau, mit Adern von Kalkspath; 3) Kalkbresche, die Kalkfragmente sind mit Talk überzogen, das „Bindemittel“ ist Kalk; 4) schiefriger Kalk, wie 1; 5) dichter Kalk, wie 2; 6) Thonschiefer, welcher dünne Schichten körnigen Kalkes einschliesst; 7) schiefriger Kalk, wie 1; 8) Gyps, in grossen Massen ziemlich deut-

⁶⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

⁷⁾ Pater Sigismund Furrer: Geschichte von Wallis. Sitten. 1850. p. 20.

⁸⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 141.

⁹⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

¹⁰⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 8.

¹¹⁾ Brochant de Villiers in den Annales des mines. 1817. p. 285.

¹²⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 140. 141.

lich geschichtet, die Schichten gekrümmt und gebogen; 9) dichter Kalk, wie 2; 10) Gyps, wie 8, die Schichten streichen hora 8; 11) Thonschiefer; 12) dichter Kalk; 13) Schiefer in senkrechten Schichten, streichen hora 5—6; 14) eben solche Schiefer, welche mit dünnen Schichten körnigen Kalkes wechseln, streichen hora 4—5, fallen 70° S. Diese Verhältnisse zeigen im Kleinen die mannigfachen Unregelmässigkeiten der Lagerung, welche bei gypsführenden Schichtensystemen eine so regelmässige Erscheinung sind. — Der Gyps ist bei St. Leonhard mehr als eine Viertelstunde lang unmittelbar neben der Strasse zu verfolgen ¹³⁾. Derselbe umschliesst häufig stumpfeckige Kernstücke dichten Kalksteins, auch Spuren von Steatit ¹⁴⁾.

Die Trümmer der bei der Ausbildung des Dala-Thales zerstörten Kalk- und Schiefermassen bedecken den Grund des Rhodan-Thales von Leuk ab, wo sie, vor der Öffnung der Dala-Schlucht angehäuft und vom Rhodan durchwühlt, sich in Hügeln von 200 Fuss Höhe erheben ¹⁵⁾. Man bemerkt von hier bis hinab nach St. Leonhard etwa 50 derartige Hügel, zwischen welchen Arme des Rhodan strömen oder sumpfige Ebenen sich ausbreiten, und deren mehrere alterthümliche Ruinen tragen, wie z. B. bei Granges, zwischen Reschy und Grône, die Tour-des-Granges auf einem solchen liegt. Einige dieser Hügel haben nachweisbar in ihrem Innern einen Felsenkern, hervorragende Überreste, der das Thal durchstreichenden Schichten, durch deren Zerstörung die Thalarinne gebildet ist; aus einigen ragen solche Felsmassen selber ruinenartig hervor ¹⁶⁾, immer aus demselben rauchgrauen Kalksteine bestehend, wie man ihn bei der Mühle von Salgesch findet ¹⁷⁾. In einem Hügel oberhalb der Rhodan-Brücke, aufwärts von Siders, steht schwarzer, schiefriger Kalkstein an mit sehr „verdrückten“ Schichten ¹⁸⁾, in einem anderen, eben-

¹³⁾ Lardy a. a. O.

¹⁴⁾ Brochant de Villiers im Bullet. de la société philomatique de Paris. 1816. Avril. p. 61 ff. — Leonhard's Taschenbuch. 1817. p. 220. 274.

¹⁵⁾ Ebel: Anleitung, die Schweiz zu bereisen, III, p. 97.

¹⁶⁾ Saussure: Voyag. IV, p. 325, §. 2118.

¹⁷⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 95.

¹⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 35.

falls oberhalb Siders, auch Gyps¹⁹⁾. Die Trümmer, aus welchen der Schutt besteht, sind hier meist Kalkstein. Am linken Thalufer lehnen sich derartige, gewaltige Trümmerhaufen an das Gebirge an, und der Weg geht hier vielfach über dieselben²⁰⁾. Auf der rechten Thalseite erstreckt er sich noch weit höher hinauf und bedeckt den ganzen Abhang des Gebirges über Cardona hinauf bis zu einer Meereshöhe von 1600 Meter ü. M.²¹⁾. Auf dem Abhange bei Varen liegen 200 Meter über der Thalsole auch noch Granitblöcke²²⁾, welche um so mehr überraschen, als ihr Ursprung nicht in der Nähe gesucht werden kann. Zwischen Varen und Salgesch finden sich auf den Feldern häufig Gerölle des Rhodan, darunter „Sandsteine“ (Quarzite?), jedoch nur bis 10 oder 12 Zoll gross²³⁾. Am linken Ufer des Rhodan besteht der Schutt, welcher den Grund des Pfyn-Waldes, dem Ausgange des Dala-Thales gegenüber, bei Pfyn bildet, grossentheils aus Quarzit, den man auch wohl für „Sandstein“ angesprochen hat, von welchem jedoch schon Lardy ihn unterschied²⁴⁾. — Nahe bei Siders schliessen die Schuttkegel, die hier in dem wohl eine gute halbe Stunde breiten Thalgrunde ihre bedeutendste Höhe erreichen, zwei kleine Seen ein, der eine 300, der andere 500 Fuss lang und halb so breit, mit klarem, himmelblauem Wasser erfüllt und von nicht unbedeutender Tiefe. Sie haben unterirdischen Zufluss, denn nirgends sieht man eine Quelle zu ihnen gehen, aber oberirdischen Abfluss zum Rhodan, der ungefähr 40 bis 50 Kubikfuss in der Minute betragen mag²⁵⁾. Diese Seen, so seltsam im Grunde des Thales vertieft, sind vermuthlich durch Einstürzungen entstanden, zu deren Erklärung der Gyps nahe genug ist. Die Auswaschung desselben musste befördert werden durch den Andrang der aufsteigenden Quellen. Derartige Quellen sind wahrscheinlich

¹⁹⁾ Saussure a. a. O. p. 328 §. 2119.

²⁰⁾ Derselbe a. a. O. p. 325, §. 2118.

²¹⁾ Girard a. o. O. p. 33.

²²⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 6.

²³⁾ Girard a. a. O. p. 96.

²⁴⁾ Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 141.

²⁵⁾ Girard a. a. O. p. 33.

im Grunde des Thales häufig und eine wesentliche Ursache der Versumpfung desselben, da die Schuttmassen, mit welchen der Rhodan sein Bett stets mehr erhöht, keinen ordentlichen Abfluss gestatten.

10. Das Gebirge von Turtman bis Chippis. Profil durch das Einfisch-Thal über den Col-d'Erin bis in's Val-Tournanche.

An dem linken Gehänge des Rhodan-Thales streichen die Gesteine von Turtman südwestwärts weiter. Da aber das Rhodan-Thal bis Leuk von Ost gen West läuft, so bleiben nicht die nämlichen Schichten unmittelbar am Thalrande, sondern es treten mehr und mehr die Schichten des Liegenden heraus. So kommt es, dass die Quarzite von Turtman, welche von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 4) streichen und unter 40° südwärts fallen, sich mehr und mehr vom Thale entfernen und durch das in gerader Entfernung schon mehr als eine Meile vom Thale südwärts liegende Illhorn setzen. Dafür treten die schwarzen Kalkschiefer, welche unterhalb Gampel am Ausgange des Feschelgrabens und bis Leuk gegen das rechte Thalgehänge ausstreichen, hier nun auch auf dem linken Thalgehänge in der Fortsetzung ihrer Streichungslinie auf. Das Fallen ist durchgehends südwärts gerichtet. Das Rhodan-Thal, welches schon oberhalb Visp beginnt, fast ebenso sehr Querthal, als Längenthal zu sein, ist zwischen Agarn und Varen wirklich vorherrschend ein Querthal. — Gerade gegenüber den Gypsmassen von Siders treten auch bei Chippis, am linken Ufer des Rhodan, beim Eingange in's Einfisch-Thal, solche auf²⁶⁾, und das oben erwähnte Vorkommen des gleichen Gesteins im Kerne eines der Schutthügel im Thale selbst scheint eine grosse Verbreitung desselben anzudeuten. — Kalkstein, grossentheils schiefrig und in mehreren Schichten quarzreich, in Quarzit übergehend, bildet den Abhang zwischen dem Turtman- und dem Einfisch-Thale. Der Kalk steigt bis zur Cauquella hinauf; höher aber folgen erst die mächtigsten Quarzite, aus denen das Illhorn besteht. Zwischen

²⁶⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 141.

beiden ist mehrere tausend Schuh tief die Schlucht des Illgrabens eingeschnitten.

Gerade dem Flecken Leuk gegenüber erhebt sich auf der linken Seite des hier stark gegen die rechte Thalwand hinübergedrängten Rhodan eine breite, flach anschwellende Böschung des Grundes, welche ihren höchsten Punkt an der Mündung des Illgrabens erreicht. Es ist ein gewaltiger Schuttkegel, ein Delta, dessen Massen aus jenem engen Graben heraustransportirt sind und den mächtigen Hauptstrom mehr und mehr siegreich zurückgeworfen haben. Der Illgraben ist eine Schlucht, welche gerade der Dala-Schlucht gegenüber von der Höhe des Gebirges herabkommt, in dessen Abhang sie tief eingeschnitten ist. Durch diesen Graben fliesst das Wasser des am südöstlichen Fusse des Illhornes und am nördlichen Fusse des Schwarzhornes gelegenen Illsee's (2330 Meter ü. M.) ab. Nicht von dorthier stammen jedoch diese Schuttmassen, sondern aus einer von Westen ihm zugehenden Seitenschlucht. Diese Seitenschlucht, so breit als lang, ist ein Trichter zwischen der Cauquella (2000 Meter ü. M.) und dem Illhorne (2724 Meter ü. M.), dessen Grund ungefähr 1000 Meter ü. M. liegt und somit von 3000 bis 5000 Fuss hohen Wänden eingefasst ist, dabei so eng, dass nur im hohen Sommer Sonnenstrahlen hinabdringen. Schutthalden und kahle Felsen bilden die Gehänge und kein lebendes Wesen zeigt sich in dem schaurigen Aufenthalte. Das Wasser fällt mit dumpfem Dröhnen zwischen grossen Blöcken herab und arbeitet ohne Unterlass an der Zerstörung der Schichten, welche aus bröckligen — ihres die Quarzkörner haltenden Kalkes beraubten — Quarziten, dolomitischem Kalkstein, Rauchwacke und Gyps bestehen²⁷⁾. Dieser ganze Trichter ist eine ungeheure Faletsche, veranlasst durch die Auslaugung des Gypses und Dolomites und die Auflockerung der Kalkquarzite. Nach jedem Regen stürzen Ströme in denselben hinab, zernagen seine Wandungen und verwandeln sich durch die aufgelösten, losgerissenen und zerriebenen Massen in Schlammströme, in welchen grosse Blöcke

²⁷⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 92. 93. — Studer: Lehrbuch der phys. Geogr. I, p. 347.

schwimmend mit fortgetragen werden. Bei seinem Austritte in das Rhodan-Thal ist der Illgraben selbst etwa 30 Fuss tief in seinen eigenen Schuttkegel eingerissen. Quarzschutt und Gerölle, von zwei Fuss Durchmesser bis zum feinsten Sande, bilden hier seine Wände. In der Tiefe fliesst der Bach. Aber beim Hochwasser ist kein Tropfen in demselben zu sehen, sondern der ganze Graben bis zu der Brücke, auf welcher die Simplon-Strasse ihn überschreitet, mit einem dicken Brei hellgelben, fliessenden Schlammes erfüllt²⁸⁾. Die Bildung des Ill-Trichters, welcher ein, wenn auch noch so kurzes Parallelthal des Rhodan-Thales darstellt, giebt einen Begriff von den Verhältnissen, welche die Entstehung dieses letzteren veranlasst haben.

Das Einfisch-Thal — Val-d'Anniviers, früher Val-Dub, i. e. *vallée sauvage*²⁹⁾ — liegt viel höher als der Ausfluss seines Thalstromes, der Navisanche oder Navigenza. Letztere fliesst tief eingeschnitten im Thalgrunde, schon oben im Thale in weiten Strecken gar nicht erreichbar; besonders aber bei ihrem Ausgange, wo sie zwischen schroffen Wänden tiefer und tiefer sich eingräbt, bleibt nicht Raum zu einem Wege neben derselben, und erst ausserhalb dieses Durchganges erweitert sich das Thal. Will man daher nicht auf weiten Umwegen hinein gelangen, so muss man von Chippis (562 Meter ü. M.), Siders gegenüber, im Zickzackpfade hoch hinansteigen nach Niouc (etwa 1350 Meter ü. M.), wo man die Thalsole erreicht³⁰⁾.

Das erste anstehende Gestein findet man an der Ecke des Thales, wo die Mündung der Navisanche beginnt. Hier steht auf der linken Seite des Baches eine kleine Kapelle auf einem grünlich-weissen Talkschiefer, der auch an der Brücke und unterhalb der Häuser von Chippis sich findet, die auf dieser Seite des Wassers stehen. Das Gestein enthält Quarz; dieser ist in demselben aber in einem sehr eigenthümlichen Zustande, denn er tritt nicht körnerweise auf, sondern in flach elliptischen Lagen, die man am Besten als kleine

²⁸⁾ Girard a. a. O. p. 95.

²⁹⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 4.

³⁰⁾ Girard a. a. O. p. 43.

Flasern bezeichnen könnte. Sie liegen nicht in der Richtung der Schieferung, sondern schief gegen diese. Thalaufwärts werden die Schiefer reiner, enthalten weniger Quarz und nehmen eine so dunkle Farbe an, dass man sie für Anthrazit-Schiefer halten durfte; auch ist wirklich Anthrazit in ihnen gefunden worden. Mitunter sind sie sehr zersetzt, was von einer versteckten Beimengung von Pyriten herzurühren scheint. Sie streichen von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 5—6) und fallen unter 60° gen Südsüdost³¹⁾. Da dieses Streichen und Fallen den in der ganzen Gegend herrschenden Verhältnissen völlig konform ist — wie denn überall, auch im ganzen Einfisch-Thale, das Streichen der Schichten dem Rhodan-Thale parallel geht³²⁾ — so möchte es in der That schwer sein, einen Grund aufzufinden, der uns veranlassen könnte, mit Girard, welcher diese „grünen Schiefer“ mit plutonistischen Reflexionen für „Vertreter der Gneusse des Hochgebirges“ halten möchte, für „stecken gebliebene Massifs“ zu erklären, „die nicht völlig zum Durchbruche kommen konnten, sondern nur die überliegenden Schichten emporhoben und mehr oder weniger zur Seite drängten“³³⁾. Von anderer Seite sind jene „grünen Schiefer“ geradezu für „Anthrazit-Schiefer“ erklärt³⁴⁾; auch nach Girard's eigener Beschreibung „wechseln bei Chippis graue und schwärzliche, glänzende Schiefer mit grauen, grünlichen, sowie weissen, talkigen, dem Quarzite ähnlichen Quarzschiefern“³⁵⁾. Anthrazit und Anthrazit-Schiefer werden wir weiter westwärts in der Walliser-Mulde in beträchtlicher Verbreitung auftreten sehen; von ersterem begegneten wir bereits den ersten Spuren im Gypse von St. Leonhard auf der rechten Seite des Rhodan-Thales.

Wo das Einfisch-Thal beginnt sich zu verengen, liegt eine fast 100 Fuss hohe Schutthalde von schwarzen, mürben Schiefern, hinter welcher ein hellgelber, dünnschiefriger Quarz ansteht, der dem Ansehen nach mit Itakolumit verglichen werden könnte. Nur enthält er nicht, wie dieser, „Glimmer“, son-

³¹⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 37. 38. 53.

³²⁾ Derselbe a. a. O. p. 43.

³³⁾ Girard a. a. O. p. 101.

³⁴⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern. 1855. No. 355, p. 193.

³⁵⁾ Girard a. a. O. p. 53.

dern weissen und grünlichen Talk. Pyrit bemerkt man nicht darin. Gleichwohl zeigen sich starke weisse Effloreszenzen, welche etwas nach Bittersalz schmecken, und wo kein Wasser zukommen kann, finden sich solche in fingersdicken Krusten. Noch weiter aufwärts wird das Gestein zu weissem Talkschiefer mit kleinen Krystallen von eisenhaltigem Dolomit-spathe, der durch die Verwitterung braun wird. Hier folgt nun eine kleine Schlucht in der Thalwand, hinter der wiederum dunkle Schiefer anstehen, auf welche dann Rauchwacke und Gyps folgen, die von grauem Kalkschiefer bedeckt werden. Für eine Wasserleitung, die am rechten Ufer der Navisanche entlang läuft, ist ein Tunnel durch die Rauchwacke gebrochen. Die Grundmasse dieses sonderbaren Gesteins ist ein Gemenge von Quarzkörnern, Talkblättchen und Dolomit-Krystallen, durchzogen von vielen unregelmässigen Höhlungen, deren Wandungen oberflächlich braun gefärbt sind, wodurch das ganze Gestein eine bräunliche Färbung bekommt. Es schliesst Brocken von dem talkigen Quarzite ein. Wenig mächtig, hält es im Profile kaum hundert Schritte weit an; senkrecht über demselben, ungefähr 300 Fuss über dem Thalgrunde, steht Gyps an³⁶⁾. Dieser Gyps ist blaulich und dicht, ganz alabasterartig, auf den Klüften und der Oberfläche aber unter dem Einflusse des Wassers lockerer und weisser geworden. Die Masse ist geschichtet und von Sprüngen, sowohl parallel mit der Schichtung als auch rechtwinklig zu derselben, durchsetzt. Doch gehen auch schiefe, kurze Spalten durch dieselbe hindurch, „die eine Folge von Druck zu sein scheinen“³⁷⁾. Weiter thalaufwärts, wohin man mit der im Herbste leeren Wasserleitung gelangen kann, folgt zunächst eine bedeutende Schuttmasse und dann wieder eine Rauchwacke, die aber nicht braust und nur aus Quarzitbrocken zu bestehen scheint, zwischen denen Talkschiefer in kleinen Stücken inneliegt. Sie wechselt mit einem sehr dichten Kalke ab, der einzelne Krystalle von Dolomit und kleine Gänge von

³⁶⁾ Girard a. a. O. p. 38. 39.

³⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 41.

Kalkspath enthält. Zwischen diesen Gesteinen tritt auch eine Bank von reinem, aber sehr zerfressenem Quarzite auf³⁸⁾.

Die Beschaffenheit obiger Rauchwacke, deren Räthselhaftigkeit auch Girard beschäftigte, ist von grossem Interesse. Die verschiedenen Umbildungsprozesse können in einem Gesteine entweder vereinzelt, oder aber mehrere vereinigt sich darthun. So gut wie der Kalkstein durch die Bildung von Spathadern in eine Bresche verwandelt werden kann, so gut auch der Dolomit. Wir haben bereits oben gesehen (Seite 68), dass aus solchen Dolomiten die Rauchwacken entstehen, deren Zellen von der Zerstörung der zwischen den Spathadern isolirten Dolomitfragmente herrühren und daher mit dem Ocherschmutze des Eisen- und Mangangehaltes der letzteren austapezirt sind. Aber auch solche Dolomite, welche bereits durch Metasomatose mit Quarzkörnern erfüllt, ja grossentheils in Quarzit umgewandelt sind, können der Rauchwackenbildung unterliegen; ebenso solche, in welchen bereits Talkglimmer in geringerer oder grösserer Menge entwickelt ist und wohl selber bereits weitere Umänderungen in Chlorit oder andere „Glimmer“ erlitten hat. Wechselten auf solche Weise gebildete Talkschiefer-Schichten mit anderen, in welchen die Quarzbildung Platz greifen konnte, so mussten bei der Rauchwackenbildung Fragmente von Talkschiefer und Quarzit ein Gemenge bilden. Endlich sind sowohl die Reste des Dolomites als auch die neugebildete Kalkmasse der Rauchwacke bald weiteren Umwandlungen, bald völliger Auflösung unterworfen und es muss dadurch eine weitere Mannigfaltigkeit von Gesteinszuständen ermöglicht werden.

Auf die oben beschriebenen Quarzit-Bänke folgt ein grüner Schiefer mit Pyrit und anderen Erzen. In 400 bis 500 Fuss über dem Thale wird seit einigen Jahren eine Grube auf silberhaltigen Bleiglanz betrieben. Der grüne Schiefer scheint in seiner Grundmasse aus Glimmer oder Hornblende und Quarz zu bestehen. Er bildet dicke, flaserige Brocken und blättert sich nur in geringem Grade auf. Manchmal enthält er Feldspath-Körner und wird dann gneussartig. Dunkelgrünlicher Glimmer und weisser Feldspath machen dann

³⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 39.

die Hauptmasse aus, in der feinkörniger Quarz in kleinen Knauern inne liegt, die wieder unter einander und mit der Lage der Glimmerblättchen parallel vertheilt sind³⁹⁾.

Hinter den Rauchwacke- und Kalkfelsen erhebt sich die Felswand steil bis zu 500 oder 600 Fuss Höhe, und aus einer engen Spalte stürzt ein Wasserfall hervor. Haus hohe Blöcke des grünen Gesteins liegen im Grunde, zwischen denen das Wasser seinen Weg sucht. Nur mit der Wasserleitung, welche der steilen rechten Thalwand entlang geht, kann man bis hieher gelangen, und auch diese nimmt hinter einem schmalen Vorsprunge, der von ihr durchbohrt ist, ein Ende. Die Felsen von dunkelgrünem Schiefer- oder Gneussgestein gehen hier 600 bis 800 Fuss steil in die Höhe und Blöcke und Wasser nehmen den Raum des Grundes ein. Weiterhin folgen Kalksteine auf die grünen Schiefer, doch vermag man hier nicht weiter vorzudringen⁴⁰⁾.

Steigt man nicht, wie auf dem so eben beschriebenen Wege, in den schmalen Kanal der Navisanche, sondern in den höher gelegenen eigentlichen Eingang des Einfisch-Thales nach Niouc hinauf, so findet man von den unteren der vorhin beobachteten Gesteine keine Spur, sondern nur Schutt und Blöcke. Diese sind theils Kalksteine, theils grüne Schiefer und Quarzit, theils Sandsteine mit grünen Punkten, übereinstimmend mit denjenigen, welche auf dem Nordwestabhange der Berner-Alpen auf der Alp Taviglianaz, zwischen den Diablerets und Bex, anstehen und welche dem jüngeren Schichtensysteme angehören, welches auf dem Rücken jenes Hochwalles gegen Wallis mit steilen Felswänden abgebrochen erscheint. Es ist der von jener Alp sogenannte Taviglianaz-Sandstein⁴¹⁾, der älteren Tertiär- oder Eozänperiode zugehörig. Da die Schichten dieser Periode dort auf der Höhe der Berner-Alpen das Hangende des Hochgebirgskalkes und der auf dem Abhange gegen Wallis sich herabziehenden Gebirgsmassen bilden, die Schichten aber, welche im linken Gehänge des Rhodan-Thales anstehen, gleichfalls sich im Hangen-

³⁹⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 39. 40.

⁴⁰⁾ Derselbe a. a. O. p. 40.

⁴¹⁾ Derselbe a. a. O. p. 42.

den jener Gebirgsmassen befinden, so gewinnt jene petrographische Ähnlichkeit ein hohes Interesse. — Mit obigem Gesteine kommt auch Gyps vor; meist aber ist es Kalkschutt, der an dem ganzen Abhange bis Niouc, 2000 Fuss über dem Rhodan-Grunde, das anstehende Gestein verbirgt. Noch etwas höher, auf einem ganz isolirten Vorsprunge der Thalwand, stand einst das Schloss Beauregard⁴²⁾; daselbst erscheinen südwärts fallende Kalkstein-Schichten⁴³⁾.

Dem Plateau von Niouc liegt auf der linken Seite der Navisanche-Schlucht das Plateau von Vercorin (1372 Meter ü. M.) gegenüber. Man befindet sich nun erst auf dem Boden des Einfisch-Thales, welches von hier mit gleichmässigem Gefälle und allmählig abfallenden Thalwänden ansteigt bis zum Zinal-Gletscher, der seinen Hintergrund erfüllt.

Von Niouc thaleinwärts trifft man alsbald die anstehenden Kalkschichten. Es ist dichter, aschgrauer Kalk, der Bänke von 10 bis 20 Zoll Dicke bildet, von Nordost gen Südwest (hora $3\frac{1}{2}$ —4) streicht und unter 40° bis 45° südwärts fällt. Er ist hin und wieder von schmalen Kalkspathadern durchzogen und zeigt, ohne erdig zu sein, doch eine matte Grundmasse, wie manche feinkörnige Dolomite. Es scheint, dass er porös, und dass dies eine Folge des Durchganges der Tagewasser sei. Über diesem grauen Kalke folgen dicke, schwarze Lagen, die sehr feinkörnig sind. Hinter letzteren kommt ein Wasserriss von der Höhe, in welchem ein dünngeschichteter, fast schiefriger Kalk, von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 6) streichend und unter 40° südwärts fallend, und dann Rauchwacke und Gyps anstehen. Die Rauchwacke ist ein poröses, gelbes Gestein, dessen Grundmasse aus farblosen Quarz- und Dolomit-Körnern besteht, die zahlreiche Brocken von grünlichgrauem Talkschiefer einschliessen. Zwischen den farblosen Krystallen liegen ganz kleine Krystalle von Pyrit, deren Verrostung Girard den lichten Eisenocher zuschreibt, welcher den Dolomit und Quarz zum Theil überzieht und dem Gesteine seine lebhaft gelbe Farbe giebt⁴⁴⁾; doch

⁴²⁾ Derselbe a. a. O. p. 42. 43.

⁴³⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern. 1855. No. 355, p. 193.

⁴⁴⁾ Girard a. a. O. p. 43. 44.

ist es wohl richtiger, diese Färbung, wie Girard an einem andern Orte ⁴⁵⁾ thut, von einem Eisengehalte des Gesteins selber herzuleiten. Die Rauchwacke ist südlich von dem Kalk von Beauregard auf der Streichungslinie von Pfyn bis Chippis zu verfolgen und bildet stets eine Zwischenlage zwischen Kalk und Gyps ⁴⁶⁾. Der über der Rauchwacke liegende Gyps ist weiss, ungeschichtet; mit der Rauchwacke zusammen nimmt er im Profil kaum hundert Schritte ein. Ihm folgt Quarzit und Talkschiefer und diese halten, wie es scheint, beträchtlicher an ⁴⁷⁾. Mehr oder weniger talkige, chloritische oder glimmerige Schiefer treten auf ⁴⁸⁾. — Bald gelangt man nun zu den sogenannten Pontis — d. h. Brücken — zwei steilen, tiefen Schluchten, welche ehemals, völlig unzugänglich, hoch oben über Chandolin (2000 Meter ü. M.) umgangen werden mussten, jetzt aber durch einen theils in die Felsen eingebrochenen, theils auf Mauern und Balken gestützten Pfad passirt werden, unter welchem der Absturz bis zum Thalstrome noch gegen 1000 Fuss beträgt. Diese Schluchten, zu welchen auf der linken Seite des Thales die Bärenschlucht bei Vercorin ein Gegenstück bildet, liegen in der Streichungslinie des Illgraben-Trichters und dürften wohl, wie dieser, dem unter dieser Linie durchstreichenden Gypse ihre Entstehung verdanken. Kurz vor der ersten Pontis-Schlucht tritt der graue, feinkörnige Kalk von Neuem auf, und er hält durch diese ganze Schlucht hindurch an ⁴⁹⁾. Seine Beschaffenheit ist ganz übereinstimmend mit derjenigen des Kalkes von Beauregard ⁵⁰⁾. Die nur schwach geschiedenen Schichten streichen von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 5½) und fallen unter 15° nordwärts ⁵¹⁾. Sie bilden graue und schwärzliche Bänke, sind sehr zerklüftet, krystallinisch, und gestatten nur schwer die Wahrnehmung der Schichtung ⁵²⁾. Die grauen,

⁴⁵⁾ Derselbe a. a. O. p. 56.

⁴⁶⁾ Derselbe a. a. O.

⁴⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 44.

⁴⁸⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern. 1855. No. 355, p. 193.

⁴⁹⁾ Girard a. a. O. p. 44. 45.

⁵⁰⁾ Derselbe a. a. O. p. 57.

⁵¹⁾ Ebendas. p. 45.

⁵²⁾ Ebendas. p. 57.

splittrigen, mitunter ganz alabasterartig durchscheinenden Kalk e treten auch in der zweiten Pontis - Schlucht wieder auf und streichen auf der Nordseite von Nordost gen Südwest (hora 4) und fallen unter 15° bis 20° nordwärts, während auf der Südseite das Streichen ein wenig mehr gegen Ost und West abweicht (hora $4\frac{1}{2}$) und das Fallen unter 25° bis 30° südwärts gerichtet ist ⁵³⁾. Dieses Südfallen ist überhaupt das vorherrschende ⁵⁴⁾; das entgegengesetzte Fallen ist offenbar nur eine lokale Abweichung, welche in einem an Gyps so reichen Gebirge nicht überraschen kann. Der Pontis-Kalk gehört nach Studer dem Systeme der „grauen Schiefer“ an, in welchem er sich nur durch das Auftreten mächtigerer Schichten auszeichnet ⁵⁵⁾, welche man auf dieser Streichungslinie weit verfolgen kann. Gegen Osten wird sein Streichen bei Agarn durch das Rhodan-Thal unterbrochen, jenseit dessen wir seine Fortsetzung zu suchen haben. Gegen Westen setzt er über Vercorin fort ⁵⁶⁾. Seine Festigkeit, welche ihn besonders auszeichnet, rührt vielleicht von einer Infiltration her ⁵⁷⁾, in Folge deren die Kalkmasse kompakt und krystallinisch wurde und die Schichten gleichsam zusammenwuchsen. Auf den Pontis-Kalk folgt Quarzit, welcher unter 50° gegen Ostsüdost ($S_{50}O$) fällt, und auf diesen Rauchwacke ⁵⁸⁾. Gelbe, „konglomeratartige“ Rauchwacke zeigt sich in dieser Streichungslinie zu beiden Seiten des Thales ⁵⁹⁾, nebst grauem Kalk und weissem Marmor, etwa dreissig Fuss mächtig und unter 50° gegen Ostsüdost fallend ⁶⁰⁾. Auf diese folgt Quarzit, welcher hoch und mächtig ansteht. Man trifft ihn bei den Häusern von Fang, wo er von Nordost gen Südwest (hora $4\frac{3}{4}$) streicht, lokal unter 40° gegen Nordwest, etwas weiterhin aber mit wenig verändertem Streichen (hora $4\frac{1}{2}$) unter 40° gegen

⁵³⁾ Girard a. a. O. p. 45.

⁵⁴⁾ Ebendas. p. 57.

⁵⁵⁾ Studer: Geologie, I, p. 385.

⁵⁶⁾ Girard a. a. O. p. 57. 73.

⁵⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 73.

⁵⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 419.

⁵⁹⁾ Girard a. a. O. p. 45.

⁶⁰⁾ Studer a. a. O.

Südost fällt ⁶¹⁾. Es ist ein schiefriger Talkquarzit ⁶²⁾. Kurz hinter der Schlucht von Fang zeigt er sich von Nordost gen Südwest (hora $3\frac{1}{2}$) streichend und unter 50° südwärts fallend. Eine Viertelstunde weiter oberhalb auf dem Wege gegen St. Luc ist er in einer Wand von 80 Fuss Höhe entblösst. Die ganze Masse ist vorwaltend Quarz, nur wenig weisser Talk dazwischen. Pyrit hat verrostend hie und da die Lagen gelb gefärbt. Die Schichtung ist nur schwer zu erkennen, aber doch glaubt man das Streichen von Nordnordost gen Südsüdwest (hora 3) und das Fallen unter 45° südwärts gerichtet zu erkennen. Zu unterst ist das Gestein sehr zerklüftet, in der Mitte fest, oben aber sehr verwittert ⁶³⁾.

Auf dem nächsten Wege von Fang nach dem eine Stunde von den Pontis entfernten Vissoye, welcher nicht über St. Luc geht, tritt im Quarzite eine Lage von Dolomit auf, welche von Nordost gen Südwest (hora 3—4) streicht und unter 40° südwärts fällt, konform dem Quarzite ⁶⁴⁾.

Von Fang nach St. Luc aufsteigend, trifft man schon in letzterem Orte „grüne Schiefer“ an, welche von Nordnordost gen Südsüdwest (hora 2) streichen und unter 40° südwärts fallen. Von Luc nach Vissoye absteigend, sieht man gleich hinter Luc noch graugrüne, glimmerreiche Schiefer; dann aber verbirgt sich alles Gestein unter dem Schutte des Thalgehänges, welcher hier fast bis Luc hinaufreicht ⁶⁵⁾. Schon vor Vissoye blicken aber, beschränkt entblösst, unter 50° gegen Ostsüdost ($S_{50}O$) fallende „grüne Schiefer“ unter der mit herabgestürztem Quarzitschutte bedeckten Oberfläche hervor ⁶⁶⁾. Von hier ab bis oberhalb Ayer sind in der grössten Breite des Thales die Gehänge auf 300 bis 500 Meter nur aus Schutt gebildet; erst höher hinauf treten Felsen hervor ⁶⁷⁾. Nur aus der Ferne und nach der Stratifikation und Gestalt der Gebirgskämme schliesst man, dass allgemein in diesen

⁶¹⁾ Girard a. a. O. p. 45.

⁶²⁾ Studer a. a. O.

⁶³⁾ Girard a. a. O. p. 49.

⁶⁴⁾ Girard a. a. O. p. 46. 55.

⁶⁵⁾ Ebendas. p. 49.

⁶⁶⁾ Studer a. a. O. I, p. 419.

⁶⁷⁾ Girard a. a. O. p. 46.

Gebirgsgegenden südwärts gerichtetes Fallen in den Gesteinen herrsche, welche den Systemen der „grauen“ und „grünen Schiefer“ angehören⁶⁸⁾. Die Quarzite haben zwar im Thale von Vissoye aufgehört; aber auf der Höhe setzen sie fort⁶⁹⁾. Der ganze Kamm der Nava, welcher zwischen Vissoye und Ayer auf dem Gebirge der Westseite von Nordnordwest gegen Südsüdost fast eine Stunde weit ununterbrochen fortstreicht, besteht aus diesen Gesteinen. Man erkennt sie an der steilen Thurm- und Mauerform ihrer Berge und an den weisslichen Schutthalden, die sich von ihnen herabziehen⁷⁰⁾.

Die Lagerung dieser Gesteine auf der Höhe ist nun die folgende. In der Streichungslinie des Profils von den Pontis bis Fang liegen Cauquella und Illhorn mit dem Illgraben-Schlunde. Dort erreicht der Quarzit eine überwiegende Mächtigkeit. Eine Trennung desselben vom Dolomite und Kalk ist unmöglich, und nur wenn man ihn als einen Vertreter dieser Gesteine, als einen durch Metasomatose an ihre Stelle getretenen Substituten derselben auffasst, kann man zu einfachen und naturgemässen Anschauungen in Betreff seiner Lagerungsverhältnisse gelangen. Ohne eine solche Auffassung allerdings bleibt er ein Räthsel, ein Gespenst, welches über die Bühne der Alpen geht, bald erscheint und bald verschwindet, bald über und bald unterhalb anthrazitführender Schichten⁷¹⁾. In dem Kalke und Dolomite hatte bereits vor der Quarzbildung Talkglimmer sich entwickelt; daher erscheinen nun die Quarzkörner, welche bald weiss, bald röthlich sind, von weissem oder hellgrünem Talke umhüllt⁷²⁾. Die Auflöslichkeit der zwischen den Quarzkörnern in manchen Schichten noch mehr oder weniger reichlich vorhandenen Dolomit- oder Kalkpartikelchen begünstigt die Zerstörbarkeit und das Zerfallen des Gesteins zu losem Quarzsande. — Zwischen dem Illhorne und dem Borterhorne erscheinen im

⁶⁸⁾ Studer a. a. O.

⁶⁹⁾ Girard a. a. O. p. 45.

⁷⁰⁾ Ebendas. p. 46.

⁷¹⁾ Girard a. a. O. p. 28.

⁷²⁾ Studer: Geologie, I, p. 419.

Schwarzhorne „graue und grüne Schiefer“, deren Lagerung zu der Vermuthung berechtigt, dass sie dem nämlichen Schichtensysteme angehören, welches im Hangenden des Quarzites bei St. Luc und Vissoye angetroffen wird. — Borternhorn und Bellatola sind wiederum Quarzit, und diese Quarzit-Masse liegt unzweifelhaft im Hangenden der eben erwähnten Schiefer. Sie kehren einen schroffen Absturz gegen Norden und ihre Schichten fallen flach südwärts, doch nicht weit, denn auf dem Pas-du-Boeuf, dem Passe, der von Vissoye herauf und durch das Borter-Thal abwärts in das Turtman-Thal führt, kehren sie einen ebenso schroffen Absturz gegen Süden, und ihre Schichten gehen gegen diesen ansteigend, also mit nördlicher Einsenkung aus. Somit bildet diese obere Quarzit-Masse zwischen Schwarzhorn und Pas du-Boeuf eine flache Mulde, an welcher die unterteufenden Schiefer theilnehmen, denn auch diese erscheinen auf dem Pas-du-Boeuf, wo sie einen flachen Sattel bilden, über welchem die Quarzit-Masse aufgebrochen und zerstört ist. Aber südwärts vom Passe senken die Schiefer sich wieder ein, und bald zeigen sich auch wieder die Quarzite auf ihnen, welche vom Tonnoz bis zum Roc-de-Buar (auch Roc-de-Boudry genannt, 3200 Meter ü. M.) und in dem Kamme der Nava abermals eine flache Mulde formiren und in ihren oberen Schichten wieder in Kalkstein, meist Kalkschiefer, wahren „grauen Schiefer“, übergehen, von welchem sie in den Spitzen des Tonnoz und des Roc-de-Buar und dem zwischenliegenden Kamme eine mächtige, gleichmässig aufgelagerte Masse tragen. Am Pas-de-la-Forcletta und der Crête-d'Ombrenza sind sie wieder unterbrochen. Hier treten wieder die unter ihnen liegenden Schiefer in einem flachen Sattel hervor, doch nur, um unter den Frilihorne südwärts wieder einzuschiessen. Das Frilihorn ist wieder Quarzit, südwärts geneigt, wie die Schiefer, und auch hier lagert auf dem Quarzite wieder Kalk, theilweise Kalkschiefer, „grauer Schiefer“¹³⁾. Zwischen dem Quarzite und dem Kalke treten Rauchwacke

¹³⁾ Gerlach: Beobachtungen, in den Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern. 1855. No. 355, p. 195.

und Gyps auf⁷⁴⁾. Dem Kalkschiefer aber ist dann ein gewaltiges System südwärts fallender, theils talkiger, theils chloritischer „grüner Schiefer“ konform aufgelagert. Der Grat zwischen Zinal und dem Turtman-Gletscher mit den Gipfeln der Diablons (Barneusa bei Engelhardt) besteht aus diesen grünen Schiefer⁷⁵⁾. Überden „jurassischen“ Schichten, welche den walliser Abhang der Berner-Alpen bilden, lagert also ein ungeheuer mächtiges Schichtensystem, in welchem „grüne Schiefer“, „graue Schiefer“ nebst massigeren Kalken, Quarzite, Gyps und Rauchwacke in mehrfacher Wiederholung, aber durchweg mit höchst einfacher und gleichmässiger Lagerung auftreten, und es ist nicht zulässig, aus diesen Gesteinen verschiedene Altersformationen zu machen, den gleichartigen petrographischen Charakter als Beweis gleichen Alters, den ungleichartigen petrographischen Charakter als Beweis ungleichen Alters gelten zu lassen. Nicht allein kann eine und dieselbe Schichtenreihe hier als Kalk, dort als Dolomit, Gyps, Rauchwacke, Talk, Chlorit, Glimmer, Quarzit, Gneuss erscheinen, sondern es wiederholen sich dieselben Felsarten auch mehrfach in verschiedenen Höhen eines und desselben Profils und können nicht als „geognostische Horizonte“ benutzt werden.

Kehren wir zunächst zurück in das Thal, welchem wir bis Ayer folgten. Nahe unterhalb dieses Ortes, bei Mission, gabelt sich das Einfisch-Thal. Der östliche Arm, das Thal von Ayer oder Zinal-Thal, behält jedoch fast unverändert die Richtung des unteren Thales bei, während der westliche, das Thal von Grimengzi oder Torrent-Thal, zunächst gegen Südwest sich hinaufzieht; doch ist auch dieser weiter oben wieder ziemlich parallel dem Zinal-Thale.

Vor Ayer erscheinen auf dem Wege von Vissoye dahin „grüne Schiefer“ von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 6) streichend⁷⁶⁾. Im Allgemeinen herrscht in der Gegend von Ayer in den daselbst sehr verbreiteten „grünen Schiefer“ konstant das Streichen von Nordost gen Südwest

⁷⁴⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 56.

⁷⁵⁾ Gerlach a. a. O.

⁷⁶⁾ Girard a. a. O. p. 46.

(hora 3—4 oder 4—5) mit flacher, sattelförmiger Stellung, indem sie unter etwa 30° hier nordwärts, dort südwärts einfallen⁷⁷⁾. Hinter Ayer, an dem Wasser, das gerade von Osten vom Pas-de-la-Forcletta herabkommt, steht „grüner Schiefer“ an, welcher sehr fest ist und stark an Hornblendeschiefer erinnert, obgleich seine Bestandtheile sich der Erkennung entziehen. Er ist oft durch Quarz-Zwischenlagen unterbrochen, streicht von Ostnordost gen Westsüdwest (hora $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$) und gehört der nordwärts gerichteten Abdachung des Sattels an, indem er unter 30° bis 40° nordwärts fällt⁷⁸⁾. Indessen ist die entgegengesetzte Abdachung ganz nahe und es entspricht der Forcletta-Pass, wie oben erwähnt, dem Grate des Schichtensattels, über welchem auch hier die oberen Schichten aufgerissen und zerstört sind. Indem man zu den Kobalt- und Kupfererzgruben aufsteigt, welche sich in der Nähe dieses Passes befinden, trifft man grüne Talkschiefer und Hornblendeschiefer an, welche südwärts mit einer geringen Abweichung gegen West ($S_{10}W$) fallen. Bei dem alten Kupfererzstollen ist das hornblendeschieferähnliche Gestein mit Glimmer gemengt⁷⁹⁾. Noch weiter hinauf gegen die Crête-d'Ombrenza verfolgt man grüne, körnige Schiefer, die im Streichen von hora $4\frac{1}{2}$ bis 5 variiren und unter 40° bis 60° nordwärts einschiessen. Doch sieht man auf diesem Wege wenig anstehendes Gestein, da er fast immer über Alpenwiesen führt⁸⁰⁾. Auf der Höhe des Joches bestehen alle Grate und Hörner, nördlich wie südlich, aus „grauen Schiefen“, die bald stark mit Säuren aufbrausen, bald aber sich wahren Glimmerschiefen nähern, und aus Kalkstein von verschiedenem Charakter, bald dickgeschichtet grau, bald dolomitisch mit gelber Aussenfläche, bald weiss und körnig⁸¹⁾. Gerade auf der Crête-d'Ombrenza stehen „graue“ glimmerige Schiefer an, welche hier von Nord gen Süd streichen (h. 1) und mit 20° bis 25° westwärts fallen⁸²⁾, eine Abweichung,

⁷⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 53. — Gerlach a. a. O. p. 195.

⁷⁸⁾ Girard a. a. O. p. 46.

⁷⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 311.

⁸⁰⁾ Girard a. a. O. p. 46.

⁸¹⁾ Studer a. a. O.

⁸²⁾ Girard a. a. O.

welche natürlich nur lokalen Verhältnissen zugeschrieben werden kann. Der Quarzit-Massen, welche nördlich und südlich vom Passe, im Roc-de-Buar und im Frilihorne, auftreten, ist schon oben gedacht. Jene grauen Schiefer, Kalksteine und Dolomite scheinen an dem ganzen Abhange vom Forcletta-Passe abwärts gegen das Turtman-Thal bis zur Alp Blumatt hinab zu herrschen; unterhalb dieser Alp haben die Schiefer dann wieder vorherrschend den Charakter „grüner Schiefer“⁸³⁾. Auch zwischen den „grauen“ Schiefen treten übrigens stellenweise grüne talkige und chloritische Schiefer auf; ein neuer Beweis, dass es sich bei der Unterscheidung grauer und grüner Schiefer nicht um zwei geognostisch verschiedene Altersformationen, sondern nur um petrographisch verschiedene Umbildungen der Gebirgsmasse handle.

Die Schiefer, welche im Thale von Ayer in grosser Ausdehnung von vorherrschend „grüner“ Farbe auftreten, haben, genauer betrachtet, eine sehr verschiedene Beschaffenheit. Bald herrscht ein Glimmer — meist Talk oder Chlorit — bald dagegen Quarz, bald halten sich Glimmer und Quarz ziemlich das Gleichgewicht. Doch finden sich auch ziemlich reine Chlorit- und Glimmerschiefer. Nicht selten liegen zwischen dem Quarze grossblättrige Glimmerpartien. Feldspath kommt mitunter in deutlicher Sonderung vor, in den meisten Fällen aber findet man ihn mit Quarz in innigem Gemenge. Bemerkenswerth ist das häufige Auftreten einer Art knotiger, talkiger Glimmerschiefer, deren Knoten linsenförmige Gestalt haben und, $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll dick, der Schieferung parallel liegen. Sie bestehen aus Quarz oder Feldspath oder aus einem Gemenge von beiden. Quarz-Zwischlagen und Quarz-Schnüre von verschiedener Mächtigkeit wechseln beständig mit den schiefrigen Lagen ab und werden oft den Quarzitschiefern, welche über den grünen Schiefen lagern, sehr ähnlich⁸⁴⁾, eine Ähnlichkeit, welche allerdings sehr erklärlich ist. In diesem Systeme „grüner Schiefer“ treten zahlreiche Kupfer-, Kobalt- und Nickelerzlagerstätten auf, wel-

⁸³⁾ Studer a. a. O. p. 311. 385.

⁸⁴⁾ Girard a. a. O. p. 53. 54.

che im Zinal- und im Torrent-Thale durch alte, aber elende Bergbaue ausgebeutet wurden und jetzt in zweckmässigerer Weise auf Kosten einer Berliner Gesellschaft benutzt werden.

Thalaufwärts von Ayer findet man zunächst die Gehänge, wie unterhalb, mit Schutt bedeckt⁸⁵⁾. Auf der *Pointe-de-Zirouc*, welche westlich über Ayer die beiden Thäler trennt, tritt Gyps und Rauchwacke⁸⁶⁾ auf, wie im Frilihorne, in dessen Streichungslinie der Punkt liegt. — Gegen Prazlong oder Praloing (i. e. *prata longa*) schliesst sich das Zinal-Thal; der Thalbach rauscht durch eine enge Spalte herab, und der Weg, der sich am rechten steilen Ufer desselben nicht mehr zu halten vermag, geht auf das linke über. Man steigt 200 bis 300 Fuss zwischen grossen Blöcken von grünen, quarzreichen Schieferen hinan, welche mitunter hausgross sind und deren Anhäufung vielleicht von der Endmoräne des einst bis hierher ausgedehnten Gletschers herrühren könnte. Hinter Prazlong öffnet sich das Thal zu einem Kessel, in dessen Vordergrunde zerstreut die Häuser von Zinal liegen, während der Hintergrund durch eine neue Schlucht geschlossen ist, ähnlich derjenigen, welche man so eben verlassen hat. Der Boden in diesem Kessel ist völlig eben und der Bach läuft in demselben ohne ein tiefer eingeschnittenes Bett. Die östliche Thalwand steigt prallig aufwärts, die westliche dagegen ist auf eine weite Strecke völlig vertikal⁸⁷⁾. Grüne und schwarze Schiefer herrschen von Ayer herauf immer abwechselnd und fallen durchweg unter etwa 15° südwärts⁸⁸⁾. Ein Bach, welcher, nahe bei Zinal, von der *Cornede-Sorebois* an der linken Thalwand herabstürzt, führt Gesteine von grauem Schiefer und von feinkörnigem, weissem und grauem Kalke, und diese Massen sieht man an der westlichen Thalseite auch anstehen⁸⁹⁾. Besonders aber bilden Felsen von schiefrigem Kalke die linke Thalwand; in der Höhe lagern sie fast horizontal, während in der Tiefe die

⁸⁵⁾ Derselbe a. a. O. p. 46.

⁸⁶⁾ Ebendas. p. 56.

⁸⁷⁾ Ebendas. p. 47.

⁸⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 217.

⁸⁹⁾ Girard a. a. O. p. 47.

Schichten gebrochen und zerrüttet erscheinen ⁹⁰⁾. Diese Störung ist vermuthlich nicht ohne Zusammenhang mit der Entstehung des merkwürdigen Zinal-Kessels. Doch an einer steilen Wand, an welche der horizontale Boden des Kessels hart herangeht, kommen graue Schiefer und darüber lagernde Kalksteine, ganz regelmässig von der Corne-de-Sorebois sich herabziehend, mit einer Neigung von 10° bis 15° gegen Süden bis zum Fusse herab und bilden den Nordflügel einer flachen Mulde, deren südlicher Gegenflügel sich aber nicht absehen lässt ⁹¹⁾. Die Beschaffenheit des Kalkes kann man an grossen Blöcken studiren, welche, 20 bis 30 Fuss im Durchmesser haltend, einzeln an dieser Thalseite liegen. Er ist, wie der oben erwähnte, weiss und grau wechselnd in Farbe, feinkörnig, aber nicht erdig im Bruche, ohne eine Spur von Magnesiagehalt, welcher sich — wenn anders dies Merkmal untrüglich ist — durch weisseren Beschlag an der Oberfläche verrathen würde; kurz, er ist marmorartig und durchaus verschieden von den erdigen, mehr dolomitischen Kalken, welche am Eingange des Thales vorkommen. Dagegen stimmt er ganz mit dem Kalk, welcher am Roc-de-Buar und am Frilihorne auftritt und von letzterem aus die Gebirgsmasse der Diablons unterteuft, bei den Maisons-de-la-Lée ⁹²⁾ das Bette der Navisanche durchsetzt und durch das Gehänge der Garde-de-Bordon und der Sorebois gegen Westen fortstreicht ⁹³⁾. Von der Sorebois zieht er sich in's Torrent-Thal hinab, welches er eine halbe Stunde unterhalb der Endigung des Torrent-Gletschers, von Osten gen Westen (h. 7) streichend und unter 30° südwärts fallend, durchsetzt ⁹⁴⁾. — Die Spitzen der Diablons bestehen aus grünen talkigen und chloritischen Schiefern, welche Einschlüsse von weissem Marmor enthalten ⁹⁵⁾. Sie erreichen hier eine grosse Mächtigkeit. Zwischen der La-Léc-Alp

⁹⁰⁾ Studer a. a. O. p. 384.

⁹¹⁾ Girard a. a. O. p. 47.

⁹²⁾ Nicht, wie wohl geschrieben wird, „de l'Allée"! — Lée heisst Felsen, wie das rheinische Ley.

⁹³⁾ Girard a. a. O. p. 47. 48.

⁹⁴⁾ Derselbe a. a. O. p. 54.

⁹⁵⁾ Ebendas. p. 48.

und dem Torrent-Gletscher streichen in ihrem Bereiche viele Talklager, welche in der Nähe jenes Gletschers in Steinbrüchen als Topf- und Ofensteine ausgebeutet werden. An vielen Punkten kommen im Bereiche derselben grüne, magnetitreiche Chloritschiefer vor, deren Fragmente man im Thalkessel von Zinal so häufig antrifft ⁹⁶⁾.

Wendet man sich von den La-Lée-Häusern dem Bache nach aufwärts, so gelangt man alsbald an den Gebirgsriegel, welcher, wie unterhalb Zinal bis Prazlong, das Thal schliesst. Der Bach kommt aus einer schmalen Schlucht hervor. Der Riegel hat etwa 200 Fuss Höhe; auf ihm liegt ein Haus (5793 Fuss ü. M.) und eine schöne frische Vegetation bedeckt ihn. Er besteht aus „grünen Schieferen“. Hat man seine Höhe erreicht, so erblickt man die Oberfläche der gewaltigen Eismasse des Zinal- oder Durand-Gletschers ⁹⁷⁾ und tief unten braust aus einem hochgewölbten Thore der Eiswand der Gletscherbach hervor. Nur an der Frontalwand sieht man freies Eis; die ganze Oberfläche des Gletschers ist, soweit man sie von hier übersehen kann, mit Schutt bedeckt. Grüne und graue Schiefer, Chloritschiefer, Gneuss, Protogyn machen die Hauptbestandtheile der Trümmermasse aus ⁹⁸⁾, vorherrschend ist aber Talkgneuss oder Arkessin; ihre Grösse ist meistens zwischen 1 und 4 Fuss. Sie liegen sehr gleichmässig über die Oberfläche verstreut, so dass nur hin und wieder einmal Eis zum Vorscheine kommt, das von Sand und Staub beschmutzt ist; erst nach einer halben Stunde mühsamen Wanderns sieht man das reine Eis hervortreten und sechs schöne Moränenzüge sich aus der bunten Menge dieser Blöcke sondern ⁹⁹⁾. Am linken Ufer aufwärts zur unteren und oberen La-Lée-Alpe (6775 und 7650 Fuss ü. M.) stehen wieder grüne Schiefer an ¹⁾. Ein herrliches Panorama thut

⁹⁶⁾ Ebendas. p. 54. 55.

⁹⁷⁾ Der Name Durand wiederholt sich mehrfach; er bedeutet „Wasser.“ oder „Strom“-Gletscher. Daher auch die öftere und eigentlich nicht sowohl als Name, wie als Sammelwort gebräuchliche Benennung der Thalströme: Durance, Drance, Dranse.

⁹⁸⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 48.

⁹⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 217.

¹⁾ Girard a. a. O. p. 48.

hier sich auf, welches an Grossartigkeit und malerischer Schönheit der Gebirgsgruppierung vielleicht selbst nicht durch das von C z e r m o n t a n e im Hintergrunde des B a g n e s - T h a l e s übertroffen wird. Auf der Ostseite die zweizackige Pyramide des L o - B e s s o ²⁾, hinter ihr das W e i s s h o r n, welches an Höhe mit dem Finsteraarhorne streitet, dann das G a b e l h o r n oder der M o m i n g, auf der Westseite der gewaltige G r a n d - C o r n i e r, welcher die noch schönere D e n t - b l a n c h e verdeckt, im Hintergrunde die mit einem Felsenkamme gekrönte P o i n t e - d e - Z i n a l. Von allen Seiten her mächtige Gletscher, die dem durch seine sechs Mittelmoränen gleichsam gestreiften Zinal-Gletscher zuströmen. Von den obersten L a - L é e - A l p h ü t t e n sieht man hinter dem S c h n e e r ü c k e n am Ursprunge des Zinal-Gletschers gespenstisch das M a t t e r h o r n aufsteigen ³⁾. — Überall herrscht auch hier noch das südwärts gerichtete Fallen der Gebirgsschichten, mit einer Neigung von etwa 15° ⁴⁾. Wie das Weisshorn, so ist auch L o - B e s s o auf der rechten und die P i g n e - d e - l a - L é e auf der linken Thalseite des Zinal-Gletschers G n e u s s ⁵⁾. Wie die Gränze zwischen den „grauen“ Kalkschiefern und den „grünen“ Talkschiefern meistens nicht sichtbar ist, so auch nicht die Gränze zwischen letzteren und dem Gneusse. Es scheint mitunter, dass letztere in einander übergehen ⁶⁾, wie besonders ganz allmählig in dem Profile südwärts von den D i a b l o n s ⁷⁾, während dagegen auf der Höhe zwischen den L a - L é e - A l p e n und dem T o r r e n t - G l e t s c h e r die S c h i e f e r des G a r d e - d e - B o r d o n von dem Gneusse der P i g n e - d e - l a - L é e, welchen sie unterteufen, scharf getrennt sind ⁸⁾. Die Lagerung dieser Gesteine ist so, dass die Schiefer eine flache Mulde zu bilden scheinen, in welcher der Gneuss lagert ⁹⁾; aber vielleicht ist es richtiger, anzunehmen, dass dieselben

²⁾ Besso hängt zusammen mit *bis* und bedeutet den „zweigespitzten“ Berg.

³⁾ Studer a. a. O. p. 247.

⁴⁾ Derselbe a. a. O. p. 217.

⁵⁾ Girard a. a. O. p. 52.

⁶⁾ Derselbe a. a. O.

⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 54.

⁸⁾ Ebendas. p. 52.

⁹⁾ Ebendas. p. 54.

Schichten, welche hier als „Schiefer“ verschiedener Art erscheinen, selber in anderen Partien geradezu die Charaktere von Arkessin-Gneuss annehmen. Die „grünen Schiefer“, welche man im Ansteigen nach den La-Lée-Alpen findet, sind Chlorit- und Epidotschiefer, auch Serpentin, aber kein Gneuss, und selbst einzelne Quarzmandeln scheinen diesen Gesteinen zu fehlen. Der Alpkessel, in welchem, fast auf der Höhe des Gebirges, zwischen der Garde-de-Bordon und der Pigne-de-la-Lée die obere La-Lée-Alpe liegt, wird von schwarzen Schieferfelsen umschlossen. Auch die gegenüberliegenden Gebirge, bis zum Lo-Besso hin, zeigen deutlich abwechselnde, sehr mächtige Massen von schwarzen und grünen Schieferen; Gneuss oder diesem sich annähernde Felsarten scheinen auch in ihnen nicht vorzukommen. Das Fallen der Schichten ist allgemein südwärts geneigt. Man trifft daher, von der La-Lée-Alpe zum Gletscher hinabsteigend, die nämlichen Schichten. Auch zeigen die zu Tage gehenden Felsköpfe wirklich noch die nämlichen „grünen Schiefer“, immer noch unter 15° südwärts fallend; aber in manchen Schichten haben sich Mandeln und Schnüre von Quarz eingefunden, während andere Mandeln und Schnüre von weissem, dichtem Feldspathe — Eurit — enthalten; noch andere sind bereits vollkommen zu grünem Talkgneuss geworden, mit grossen Feldspath-Krystallen und glasartigen Quarz-Körnern. Die Gleichförmigkeit der Schichteneinsenkung lässt gar nicht bezweifeln, dass man hier die nämlichen Straten vor sich sehe, die man früher im Ansteigen nach der Alphütte als gewöhnliche graue und grüne Schiefer durchschnitten hat. Angesichts dieser Thatsachen verwundert sich Studer vom Standpunkte des Plutonismus, dass „Gänge“ von Eurit nicht vorkommen, überhaupt ein gangartiges Eingreifen der „gneussartigen Granite“ in die Schiefer gänzlich vermisst wird. Hier wird, so bekennt derselbe, eine Zurückführung der Gneussbildung auf eine Injektion von Feldspath-Masse oder auf den Kontakteinfluss „pyrogener“ Gesteine von keiner Seite her unterstützt. Die Thatsachen sprechen deutlich für eine allmähliche innere Umbildung, für einen Übergang kalkführender Schiefer in quarzführende und eine Umwandlung der letzteren in Gneuss, für eine langsame Meta-

morphose sedimentärer in krystallinische Gesteine ¹⁰⁾. — Und doch alsbald wieder das Kokettiren mit der geistreichen Fächerstruktur!?

Die Stratifikation des Gneusses ist am Besten am Lo-Besso zu erkennen. Während am nördlichen Fusse desselben das Streichen von Ost gen West (hora 6—7) und das Fallen unter 45° gegen Süden beobachtet wird, nehmen die Schichten, je weiter man auf dem Zinal-Gletscher gegen Süden vorrückt, ein immer steileres Fallen an und stehen endlich in der Mitte dieser Felspyramide senkrecht. Es rührt daher auch die Form dieses Berges. Etwas weiter gegen Süden, immer noch bei dem früheren Streichen, fallen die Schichten unter 85° nordwärts. Mitten aus der Eismasse des Gletschers ragt, genau in der Richtung von der Südwest-Ecke des Lo-Besso zur Spitze der Dent-blanche, ein Fels hervor, Zeyrion genannt, welcher aus sehr feldspathreichem, grünem Talkgneusse besteht, mit grossen Krystallen und fast horizontaler schaliger Struktur. Etwas weiter gegen Südwesten hin herrscht aber wieder schiefrige Struktur, hora 7 streichend und unter 60° nordwärts fallend ¹¹⁾. Am nördlichen Fusse des Trifthornes (11240 Fuss ü. M.) herrscht bei dem gleichen Streichen, hora 7, flacheres Fallen, unter 30° nordwärts ¹²⁾. Demnach herrscht hier ganz analoge Lagerung, wie im Weiss-horne (Seite 157), ein „glänzendes“ Beispiel der „Fächerstruktur“ ¹³⁾. Aber, bei der Unmöglichkeit, die Gesteine, welche an dieser Schichtenstellung theilnehmen, als „abnorme“ Gesteine der Betrachtungsweise zu entziehen, welche auf alle stratifizirten Gesteine Anwendung findet, kann diese Fächerstruktur keinen andern Sinn haben, als den einer extrem komprimirten Saltung, und eine solche kann uns hier, schon so nahe an der Schwelle des Hochgebirges des Piemontesischen Gränzwalles, wahrlich nicht unerwartet sein!

Die Dent-blanche, welche den Zinal-Gletscher von Südwesten überschaut, ist nach der von demselben her-

¹⁰⁾ Studer: Geologie, I, p. 217. 218.

¹¹⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 52. 53.

¹²⁾ Derselbe a. a. O. p. 52.

¹³⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern. 1855. No. 355, p. 196.
— Girard a. a. O. p. 52.

rührenden Gandecke des in das Eringer-Thal hinabsteigenden Ferpele-Gletschers und derjenigen des Horner-Gletschers, welcher dem Zmutt-Gletscher zufließt, ein dem Arkesingranite ähnlicher Talkgneuss¹⁴⁾, welchen Leop. v. Buch als Sphenfels, Joh. v. Charpentier als talkigen Granit, Guyot als Arkesine bezeichnete¹⁵⁾, ein grünlichgelbes Gestein, aus einer schiefrigen, talkigen oder chloritischen Masse bestehend, mit Quarz, Feldspath und Hornblende gemengt und mit kleinen Sphenkrystallen hie und da durchsäet, ausserdem Chloritgneuss und Chloritfels¹⁶⁾. In der umgebenden Gebirgsgegend, welche zwar auch als eine, in der Dent-blanche kulminirende, plutonische Zentralmasse in Anspruch genommen worden ist, herrscht eine flache, häufig nahezu horizontale Lagerung. Kalkstein, Marmor, Serpentin und Gabbro sind mit den gneussartigen Gesteinen in engster Verbindung und durch die Stratifikation und Lagerung sowie durch die allmähligsten petrographischen Übergänge untrennbar verknüpft mit den angränzenden Schieferzonen. Graue Schiefer und Gneuss scheinen hier oft eine nicht zu trennende Masse zu bilden, oder der Gneuss scheint nur eine höhere Entwicklungsstufe der Schiefer zu sein, als ob „der Prozess, durch welchen das krystallinische Feldspathgestein aus dem Sedimentgebirge hervorging, uns enthüllt wäre“¹⁷⁾.

Das Stockhorn oder Stöcki, auch Manjen genannt, südlich von der Dent-blanche, an welchem der Gletscherpass des Col-d'Erin oder Col-d'Evolena vorüberführt, besteht aus weissen, theils quarzigen, theils aber kalkigen Schiefen und scheint der Fortsetzung der mittleren Schichtenreihe des Matterhornes (Seite 163) zu entsprechen¹⁸⁾. Auf dem Col-d'Erin herrschen im Allgemeinen „grüne Schiefer“, aber grossentheils mit so vielem Feldspathe, dass man sie Gneuss nennen kann¹⁹⁾. Die Bildung der Dent-de-

¹⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 214.

¹⁵⁾ Guyot: Note sur la topographie des Alpes Pennines, im Bullet. de la soc. des sc. nat. de Neuchâtel. 1817.

¹⁶⁾ Engelhardt: Monte-Rosa-Gebirge etc. p. 209. 221.

¹⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 208.

¹⁸⁾ Forbes: Travels through the Alps of Savoy and Piedmont, p. 316.

¹⁹⁾ Derselbe a. a. O. p. 307. 316.

Rong oder Dent-d'Erin ist der des Matterhornes ähnlich²⁰⁾, wie denn überhaupt die in der Umgebung des Matter-Joches herrschenden Verhältnisse auch weiter westwärts fortsetzen. Am Fusse der Dent-d'Erin im Val-Tournanche zeigt sich westwärts eingesenkte Schichtenneigung²¹⁾. Wir befinden uns hier vollständig wieder im Gebiete grüner und grauer Schiefer mit Serpentin-, Cipollin- und Kalkmassen.

11. Das Gebirge westlich vom Einfisch-Thale.

Da alle Gebirgsschichten, welche in obigem Profile des Einfisch-Thales beschrieben worden sind, in ihrer Streichungsrichtung von diesem Thale nahezu rechtwinklig durchschnitten werden, so darf man von vornherein erwarten, sie in dem Gebirge, welches sich westlich von demselben Thale erhebt, in ähnlichen Verhältnissen wieder anzutreffen.

Ganz nahe über der Fläche, in welcher Chippis liegt, treten links vom Ausflusse der Navisanche schwarze Anthrazitschiefer auf²²⁾. In weiterem Fortstreichen zeigen sie sich in grösserer Entwicklung an der Reschy-Schlucht, woselbst sie Lagen von Anthrazit enthalten²³⁾. Es sind unzweifelhaft Schichten desselben Schiefersystems, welches wir von den östlichen Gegenden der Walliser-Mulde hieher verfolgt haben, und der einzige Grund zu einer Unterscheidung zwischen „Anthrazit-Schiefern“ und „grauen Schiefern“ liegt in dem Mangel des Anthrazites und der Spuren von Vegetabilien überhaupt in letzteren. Allein auch innerhalb des Gebietes, welches Studernach vereinzelt Vorkommnissen jener Anthrazite und Pflanzenspuren den „Anthrazit-Schiefern“ vindiziert²⁴⁾, mangeln diese Einschlüsse in weiten Strecken, so dass auch nicht einmal der Versuch gemacht werden konnte, das Gebiet der „Anthrazit-Schiefer“ und der „grauen Schiefer“ auf der geologischen Karte zu scheiden.

²⁰⁾ Forbes a. a. O. p. 316.

²¹⁾ Studer: Geologie, I, p. 214.

²²⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 50.

²³⁾ Studer: Geologie, I, p. 365. — Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Bern. 1855. No. 355, p. 193.

²⁴⁾ Studer: Geologie, I, p. 373.

Über den schwarzen Anthrazitschiefern von Chip-
pis treten höher talkige Quarzite und dann Gyps auf, über
welchem sich bis hinauf nach Vercorin (1372 Meter ü. M.) ein
ansehnlicher Kalkberg mit steilem Nordabhange erhebt. Es
ist der Pontis-Kalk, welcher hier durchstreicht, ein grauer,
krystallinischer Kalk, der beim Verwittern etwas gelblich wird.
Er bildet Bänke von 3 Zoll bis 6 Fuss, die von Ostsüdost
gen Westnordwest (hora $8\frac{1}{4}$) streichen und unter 30^0 südwärts
geneigt sind ²⁵⁾. Die Fortsetzung des Pontis-Kalkes glaubt
man überhaupt, der Gebirgsform vertrauend, bis gegen Re-
schy verfolgen zu können ²⁶⁾. Auch tritt er in dieser Strei-
chungslinie und weiter westlich an vielen Punkten wirklich
hervor, wo ihn die geologische Karte nicht angiebt ²⁷⁾. Dass
er bei Vercorin, den Pontis gegenüber, in der Schlucht
des Bärengrabens auftritt, ist oben (Seite 193 f.) bereits an-
gedeutet worden. Bei Vercorin selbst steht Quarzit an;
derselbe findet sich bis hoch hinauf im Walde oberhalb dieses
Dorfes. Am Abhange ist er hornsteinartig. Seine Lagerung
scheint beträchtliche lokale Störungen erlitten zu haben, denn
an einer Stelle streicht er von Südost gen Nordwest (hora $9\frac{1}{2}$)
und steht dabei vertikal. Diese Quarzit-Massen in der
Streichungslinie des Illhorns und von Fang setzen west-
wärts nicht minder weit fort, als die Pontis-Kalke ²⁸⁾. Die-
selbe Streichungslinie erinnert uns an den Gyps des Illgra-
ben-Trichters, welchen wir auch als die wahrscheinliche
Ursache der Entstehung der Pontis- und Bärengraben-
Schlucht vermutheten. Derselbe verbirgt sich an vielen
Orten. Aber gerade hier bei Vercorin bezeichnen geringe
Salzquellen, welche zu Tage treten ²⁹⁾, das Vorhanden-
sein dieses, so allgemein die Lagerstätten des Steinsalzes cha-
rakterisirenden Gesteins. — Unmittelbar über Painsec, wel-
ches St. Luc gegenüber liegt, steht hellgelblich-grauer Do-
lomit an, welchem zersetzte Quarzite folgen. Es scheint,

²⁵⁾ Girard a. a. O. p. 50.

²⁶⁾ Studer a. a. O. p. 385.

²⁷⁾ Girard a. a. O. p. 57. 73.

²⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 55.

²⁹⁾ Ebel: Mscr. Reisenotizen.

dass hier jene Dolomit-Lage durchstreicht, welche zwischen Fang und Vissoye im Quarzite auftritt. Unterhalb Painsec ist der Abhang mit Schutt, der Grund des Thales mit Blöcken bedeckt. Höher hinauf aber stehen „grüne Schiefer“ an, welche hier von Nordnordost gen Südsüdwest (hora 3) streichen und unter 20° bis 25° südwärts einschliessen³⁰⁾. Auf dem Grate zwischen dem Orsivaz (2628 Meter ü. M.) und dem Maret, welcher, wohl eine Stunde lang, sich von Norden gegen Süden erstreckt, liegt Quarzit, wie gegenüber zwischen Borterhorn und Pas-du-Boeuf, und auf dem Quarzite Rauchwacke in stockförmigen Massen von 40 bis 50 Fuss Höhe, von Gyps überlagert, auf welchem letzteren endlich Kalkschiefer ruht³¹⁾. Auch der Bec-de-Bosson ist Quarzit³²⁾.

Das Kap, welches sich über dem Zusammenflusse des Zinal- und Torrent-Baches erhebt, die Pointe-de-Zirouc, ist Quarzit, welcher hier in der Streichungslinie des Frilihornes auftritt und, wie dort, von Rauchwacke überlagert ist, der sich die Kalkschiefer der Corne-de-Sorebois im Hangenden anschliessen. Westwärts streicht die Rauchwacke über den Pas-de-Lona (2720 Met. ü. M.), wo sie in dünner Lage die ganze Fläche des Passes bedeckt und ebenfalls auf Quarzit ruht und von Kalk überlagert wird³³⁾. Hier, zwischen dem Quarzite des Bec-de-Bosson und den „grauen“ Kalkschiefern des Sasseneire³⁴⁾ lagert auch wieder Gyps auf der Rauchwacke. In diesem Gypse finden sich schöne Gyps-Krystalle, welche besonders interessant sind durch den Umstand, dass sie bisweilen wohl erkennbare Quarz-Krystalle einschliessen³⁵⁾. Der Gipfel des Sasseneire ist furchtbar zerklüftet. Das Gestein wechselt sehr vielfach. Hier ist es ein grobes, krystallinisches Gemenge von Quarz und Dolomit, in welchem einzelne vollkommen krystallisirte Partieen beider Substanzen vorkommen;

³⁰⁾ Girard a. a. O. p. 50.

³¹⁾ Ebendas. p. 56.

³²⁾ Mitth. d. Naturf. Ges. in Bern. 1855. No. 355, p. 195.

³³⁾ Girard a. a. O. p. 56.

³⁴⁾ Saxum nigrum — Sasso negro, nero, — auch Sacheneire geschrieben.

³⁵⁾ Mitth. d. Naturf. Ges. in Bern a. a. O. p. 195.

der Quarz, welcher in verästelten Schnüren und kleinen Nestern das Gestein nach allen Richtungen durchzieht, steht an der Oberfläche in Zacken und Zähnen hervor, zwischen welchen die zerstörbareren Substanzen des Gesteines stärker ausgefressen sind. Dort erscheint das Gestein als ein krystallinisches Gemenge von Quarz und Feldspath, dem Anscheine nach Albit. An anderen Stellen sieht man Schichten eines sehr dünnblättrigen, schwarzgrauen, matten Kalkschiefers und eines schwarzen oder grünen, oft wie Graphit glänzenden, Talk-Glimmerschiefers, welcher letztere aber ausser dem Talk oder Glimmer entweder noch kohlensauren Kalk oder aber feinkörnigen Quarz, oder diese beiden Substanzen gleichzeitig, enthält. Manche Varietäten lösen sich in Säuren unter heftigem Brausen so vollständig auf, dass nur die einzelnen Talk- oder Glimmerblättchen zurückbleiben. An wieder anderen Stellen ist die Felsart weisser oder gelblicher Kalkstein, bald dicht, bald körnig, bald beinahe sandig, wie ein Dolomit, ohne jedoch Magnesia zu enthalten, entweder völlig rein oder auch mehr oder minder reich an weissen glänzenden Blättchen von Talk oder Glimmer. Diese Blättchen liegen in parallelen Ebenen, entweder vereinzelt, oder in dünnen Lagen angesammelt, und geben dem Gesteine ein schiefriiges Gefüge. Hie und da kommen auch grosse Nester und lagerartige Massen von Chlorit vor, deren Farbe man aus beträchtlicher Entfernung erkennt, mitunter fast dicht und dabei auffallend hellgrün. Im Grossen sind alle diese Gesteine wohlgeschichtet und streichen übereinstimmend von Ostnordost gegen Westsüdwest, während sie südsüdostwärts einfallen. Eine bestimmte Lagerungsfolge der verschiedenen Felsarten scheint nicht stattzufinden; die verschiedenen Gesteine wechseln vielmehr in horizontaler, wie in vertikaler Richtung mit einander ab, in letzterer einigermaßen bestimmt gesondert, in ersterer aber durch Übergänge, welche die Folge von Mengungen sind, auf das Allmählichste verbunden. Das Ganze lässt bei unbefangener Betrachtung gar nicht zweifeln, dass alle diese Massen das Resultat eines gemeinsamen Umwandlungsprozesses sind, dem ein gleiches Hauptgebilde und gleiche Hauptbedingungen zu Grunde liegen, bei dem aber hier dieser, dort jener spezielle chemische Vorgang auftrat oder sich vorwaltend

geltend machte ³⁶⁾. Gegenwärtig ist es bereits möglich, diese Umwandlung näher zu zergliedern. Wir kennen die Umwandlung dichter Kalke in körnige, die Umwandlung des Kalzites in Dolomit, die Entwicklung von Talkglimmer und dessen weitere Umwandlungen in Chlorite und Glimmer aller Art. Wir kennen die Substitution von Quarz für Dolomit und Kalzit, ebenso die Substitution von Feldspath für Kalzit. Jede einzelne dieser Umwandlungen und Substitutionen kann sich in der ganzen Masse des Gesteins, oder einer Schicht, oder eines Theils einer Schicht vollenden, aber jede kann auch nur spurenweise sich geltend machen und den übrigen Theil des Gesteins einer andern Umwandlung oder Substitution zurücklassen. So entstehen alle jene zweizähligen, dreizähligen und mehrzähligen Gemenge. Interessant ist es, dass in dem Gipfel des Sasseneire, welcher dem Schichtensysteme der „grauen Schiefer“ angehört ³⁷⁾, bereits die Quarz- und Feldspath-Bildung neben der Talk- und Glimmer-Bildung auftritt, die in den Gneuss-Massen des Weisshornes, des Lo-Besso, der Pigne-de-la-Lée u. s. w. herrschend wird — und dieses in einem Kalkschiefer-Gipfel, dessen wohl stratifizierte Schichten auf Gyps und Rauchwacke ruhen, welche von Quarzit unterteuft werden, dessen Liegendes endlich die „grünen Schiefer“ sind ³⁸⁾, die selber wieder auf Quarziten lagern.

Im Torrent-Thale streichen alle jene Gesteinschichten durch, welche im Zinal-Thale das linke Thalgehänge bilden ³⁹⁾. Der Talkgesteine, welche in den „grauen Schiefern“, wie an den Diablons, so auch hier auftreten und als Ofensteine ausgebeutet werden, ist bereits gedacht (Seite 203). Ebenso trifft man in den grauen Kalkschiefern des Col-de-Torrent (2955 Meter ü. M.) und ebenso auf dem Col-du-Châtel häufige Lager von grünen Talkschiefern und von Serpentin. Der letztere bildet gleichsam den inneren Kern solcher Talklager. Sehr bedeutend ist sein Auftreten auf dem Col-du-Châtel; allein auch hier gehört er

³⁶⁾ Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 98. 99.

³⁷⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 54.

³⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 26.

³⁹⁾ Ebendas. p. 54.

durchaus dem Bereiche der grünen Talkschiefer an, welche den „grauen Schiefen“ untergeordnet sind⁴⁰⁾. Der Gipfel des Ate-Chonire, südlich über dem Col-du-Châtel, besteht ganz aus Serpentin, welcher in regelmässiger Lagerung zwischen den nördlich, unterteufend, und südlich, überlagernd, ihn begleitenden und allgemein südwärts fallenden Schiefergesteinen auftritt⁴¹⁾. Ein furchtbarer Trümmerhaufe von Serpentin, Liapèc-de-l'Ingfèr, d. h. Höllensteinhaufen, genannt, ragt als Nachbar des Ate-Chonire in der Streichungslinie der Schichten desselben neben ihm auf. Auch auf dem Passe des Col-de-Bréona (Forcletta-de-Bréona) trifft man dieses Serpentin-Lager, besonders am Abhange gegen den Torrent-Gletscher. Der Kalk, aus dessen Umwandlung dieser Serpentin entstanden ist, und welcher als weisser Marmor noch in Zwischenschichten zwischen den Serpentin-Schichten auftritt, war reich an Amphibol-Garben, die nun vertalkt, als weicher Asbest, theils alle Flächen des Serpentin's seidenglänzend, bekleiden, theils, vom aufgelösten Kalke zurückgelassen, in losen Büscheln so massenhaft vorhanden sind, dass sie mit dem Schmelzwasser der Schneelager einen Brei bilden, in welchen man zolltief eintritt. Der Serpentin ist stellenweise durch und durch faserig⁴²⁾. Auch Magnetit in Adern und Nestern findet sich in dem Serpentin des Col-de-Bréona⁴³⁾, ganz wie am Gaispfade zwischen dem Binnen- und Antigorio-Thale. — In der Pigne-de-la-Lée streicht Talkgneuss, und dieses Gestein scheint auch weiter gegen West fortzusetzen bis zum Ferpele-Gletscher; denn alle Felsen, welche den oberen Theil dieses Gletschers umgeben, bestehen, wie auf dem Col-d'Erin alles aus den Gletschern hervorragende Gestein, aus Talkgneuss, der hie und da in Arkesin-Granit übergeht, aber auch Zwischenlagen von Serpentin und Gabbro beherbergt⁴⁴⁾ und weiter gegen Süden, im Hochgebirge gegen

⁴⁰⁾ Ebendas. p. 55. — Mitth. d. Naturf. Ges. in Bern a. a. O. p. 195.

⁴¹⁾ Fröbel: Reise in d. Pennin. Alpen, p. 121.

⁴²⁾ Ebendas. p. 122. 123.

⁴³⁾ Studer: Geologie, I, p. 318.

⁴⁴⁾ Ebendas. p. 214.

Piemont hinauf, durch Abnahme des Feldspathes in die Beschaffenheit der „grünen Schiefer“ übergeht, welche in der Umgebung des Matterhornes und der Dent-d'Erin herrschen. Die Schichten in dieser vergletscherten Hochgebirgsgegend fallen mit schwacher Neigung nordwestwärts und bilden so den Gegenflügel der Mulde, deren nördlichen Flügel wir in so grosser Vollständigkeit vom Hochgebirge der Berner-Alpen bis zu den Gletschern des Einfisch-Thales haben verfolgen können.

Die Schlucht von Reschy ist ein kleines, wenig bekanntes Thälchen, welches sich, mit dem Einfisch-Thale parallel, zum Bec-de-Bosson hinaufzieht. Am Eingange desselben lagern die oben erwähnten anthrazitführenden Schiefer. Höher streicht der Pontis-Kalk und der Quarzit des Illhornes durch. Dem Orsivaz und Maret auf dem Grate zwischen der Reschy-Schlucht und dem Einfisch-Thale liegt auf der Westseite der Kamm des Mont-noble und Maserey und der Moya gegenüber, und in diesem Kamme treten die Kalkmassen auf⁴⁵⁾, welche, wie oben angegeben (Seite 210), auch jenen Grat bilden. Der Kalk der Moya steht unmittelbar in Verbindung mit dem des Bec-de-Bosson und setzt als Rauchwacke über den Pas-de-Lona in den Sasseneire hinüber. — Eine andere ganz kurze Thalschlucht, welche sich bei Grone öffnet, wenig unterhalb Reschy, bietet keine abweichenden Verhältnisse dar. Auch hier sind die anthrazitführenden Schiefer bekannt.

12. Der Abhang der Berner-Alpen vom Rawyl-Passe bis zum Grand-Moeuveran. Die Hügel von Sitten.

Die höheren Schichtenmassen des breiten Rückens der Berner-Alpen, über welchen die Pässe des Rawyl (2421 M. ü. M.) und des Sanetsch (2246 M.) führen, bestehen wohl grösstentheils aus sandigem Nummulitenkalke und den mit diesem verbundenen Mergelschiefern, Sandsteinen und reineren, dunkelgrauen, dichten oder körnigen Kalkstei-

⁴⁵⁾ Girard a. a. O. p. 54.

nen. Auf der Höhe des Rawyl enthält der über die ganze Hochfläche verbreitete, braun verwitternde, sandige Schiefer in der Nähe des Kreuzes Orbitoliten, über dem südlichen Absturze nach den Ravins thalergrosse Nummuliten. — Auf der Höhe des Sanetsch liegen sowohl auf der Seite von Saanen, als in der Nähe des Kreuzes Blöcke mit Nummuliten und verwandten Petrefakten. Unter den Nummulitgebilden lagert Rudisten-Kalk, welcher an vielen Stellen durch dieselben emporgeschoben ist und in die höheren Gipfel aufsteigt, in das Wildhorn (3269 M.) und die Seeschneide (2942 M.). Der Gipfel des Oldenhorns (3124 M.) soll ein Sandstein sein ⁴⁶⁾, vermuthlich ein „Flysch-Sandstein“ der Nummulitenbildung ⁴⁷⁾. Auch die gewaltige Gipfelmasse der Diablerets (3251 M.) mit ihrer ungeheuren, schroff gegen Wallis abgebrochenen Felswand besteht in ihrem oberen über 1000 Meter mächtigen Haupte aus horizontalen Schichten, welche der Nummulitenbildung angehören; die obersten Schichten sind Flysch-Sandstein, zum Theil Taviglianaz-Sandstein; darunter lagert Nummulitenkalk; vielleicht gehören die tieferen Schichten über dem Pas-de-Cheville auch noch der Kreideperiode an ⁴⁸⁾. Die Höhen des Grand-Moeuveran (3061 M.) und der Dent-de-Morcles (2938 M.) bestehen ebenfalls aus Nummulitenbildungen ⁴⁹⁾. Die Lagerungsverhältnisse und die Sonderung der Schichten, welche meist an Petrefakten sehr reich sind, bieten auf der Höhe wie an dem Abhange gegen Bern noch manche ungelöste Räthsel. Durch die Dilatation der Schichten sind diese gefaltet, emporgeschoben, über einander gelegt — und von allen den Konstruktionen, welche die Natur so aufgeführt hat, sind nur noch Ruinen vorhanden. Auf dem Abhange gegen Wallis aber treten unter dem Fusse aller jener gewaltigen aufgesetzten Massen die „Hochgebirgs-Kalke“ hervor, wie sie an der Gemmi, am Abhange vom Lämmerhorne gegen Inden und Varen, am Ab-

⁴⁶⁾ Studer: Geologie, II, p. 94.

⁴⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 152.

⁴⁸⁾ Ebendas. p. 151. 152.

⁴⁹⁾ Ebendas. p. 92. 94.

hange vom Rawyl in der Schlucht der Rière bis St. Leonhard herrschen. Aber während an der Gemmi das Gewölbe dieser Hochgebirgs-Kalke durch das obere Dala-Thal breit aufgerissen erscheint, ist es am Rawyl bereits ein vollständig geschlossener Sattel, und dieses Verhältniss bleibt bis zur Dent-de-Morcles herrschend. Der Nordabhang dieses Sattels aus dem Berner- und Waatländer-Oberlande herauf bis auf die Höhe ist mit jenen jüngeren Formationen in gewaltiger Mächtigkeit bedeckt. Aber auf der Höhe sind diese plötzlich in ganzer Mächtigkeit schroff abgestürzt und lassen den Hochgebirgs-Kalk unbedeckt hervortreten. Dieser allein bildet überall, vom Fusse der höchsten, schroffen Wände beginnend, den breiten Abhang bis zum Rhodan. Seine Schichtenlage ist diesem Abhange konform. Die Sionne, die Morse, die Lizerne strömen alle in Schluchten, welche, in diesen Abhang eingerissen, soviel bekannt, keine geognostischen Verschiedenheiten haben erkennen lassen. Von Leuk bis Saillon zeigt sich in den Gesteinen dieses Abhanges keine wesentliche Veränderung, welche auf eine Formationsverschiedenheit könnte schliessen lassen. Überall in die nördlichen Nebenthäler des Rhodan eindringend, findet man dieselbe Schichtenfolge. Es ist ein meist schiefriger, grauer Kalkstein mit glänzenden Ablosungen. Tiefer einwärts im Lizerne-Thale tritt mit dick geschichteten dunkeln Kalksteinen auch schwarzer Dachschiefer auf⁵⁰⁾, wie im Dala-Thale bei Inden und wie oberhalb St. Leonhard bei Ayent. Aber gegen das westliche Ende des Gebirgswalles finden sich auch in diesen Gesteinen stellenweise Petrefakte in erkennbarem Zustande. Zwischen dem Grand- und Petit-Moeuveran, an der Faîte-de-Saille, sind solche bekannt, welche dem jurassischen Oxfordsysteme angehören, meist verkiest: Belemnites hastatus Bl., Ammonites plicatilis Sow., taticus Pusch., tortisulcatus d'Orb., hecticus Htm., lunula Ziet., Lamberti Sow., athleta Ph.⁵¹⁾, und am Grand-Moeuveran selbst Belemnites hastatus und excentricus Bl. und Ammon. tortisul-

⁵⁰⁾ Studer: Geologie, II, p. 151. 152.

⁵¹⁾ Ebendasselbst, II, p. 474.

catus d'Orb., plicatilis Sow. und Erato d'Orb.⁵²⁾. Im Hintergrunde des Thales von Chamoson, wo in den oolithischen, eisenreichen Kalkschichten, ganz ähnlich wie am Ausgange des Madraner-Thales in Uri, verschiedene Eisenerze — Brauneisenerz, Rotheisenerz, Eisenglanz, Magnetit — sich entwickelt haben, treten theils die nämlichen, theils andere derselben Periode angehörige Arten auf. Diese Eisenerze, zum Theil von Kieselerde und Thonerde durchdrungen, vielleicht wirklich theilweise ein wasserhaltiges Silikat von Eisenoxydul und Thonerde — Chamosit nach Berthier's Benennung — sind ursprünglich durchaus nur eisenhaltige Kalkschichten, in welchen stellenweise mohn- oder hanfsamengrosse, seltener mandelgrosse Körner von konzentrisch-schaligem Eisenoxydhydrate eingestreut erscheinen, stellenweise auch vorherrschend werden. Letzteres ist vollends der Fall, wenn bei der Umbildung zu dichtem oder krystallisirtem Rotheisenerz und Magneteisenerz der Kalkgehalt, wie es zu geschehen pflegt, ausgelaugt worden ist, wodurch dann die Erscheinungsweise und Lagerung dieser Eisenerze ebenfalls grosse Veränderungen erleidet. In den Erzlagerstätten von Chamoson kommen gleichfalls Belemniten und Ammoniten, kleine Ostreen und Terebrateln vor, von welchen Belemnites hastatus Bl., Ammonites polygyratus Rein. und Terebratula lacunosa v. Schloth. durch Fournet bestimmt worden sind⁵³⁾. Die Schichten fallen im Chamoson-Thale gegen Südost⁵⁴⁾, aber bereits mit weit stärkerer Neigung gegen Ost, als in dem östlicheren Theile des Abhanges der Berner-Alpen; es bildet diese Neigung einen vollkommenen Gegensatz zu der südwestlichen Schichteneinsenkung im unteren Dala-Thale (Seite 174). In letzterem ist die linke Thalseite bewaldet, die rechte schroff und kahl; gerade entgegengesetzt verhält es sich im Thale von Chamoson und in noch höherem Grade in den noch weiter gegen Westen folgenden Seitenthälern des Rhodan, wo überall das rechte Gehänge sanft abgedacht und bewaldet, das linke schroff abgestürzt und kahl ist⁵⁵⁾. Dringt man in diesen Seitenthä-

⁵²⁾ Studer: Geologie, II, p. 57.

⁵³⁾ Ebendas. II, p. 54. 57.

⁵⁴⁾ Ebendas. p. 54.

⁵⁵⁾ Ebendas. p. 151.

lern des Rhodan bis zu den Höhen des Hintergrundes vor, so sieht man die Schichten sich nordwärts wölben und wieder einsenken; so bereits am Rawyl, so auch im Thale der Lizerne und im Thale von Chamoson⁵⁶⁾. Den Hintergrund der Lizerne-Schlucht bildet der Thalkessel von Derborence, der Schauplatz der furchtbaren Einstürzungen an den Diablerets im Jahre 1714 und 1749, deren Trümmer als ein Felsenmeer hier zerstreut liegen, wo der Weg nach dem Pas-de-Cheville (2036 M.) aufsteigt, der zu den Alpen von Anzeindaz (1897 M.) hinüberführt. Im Gebirge von Paneyrossaz, welches diese Alpen von Derborence trennt, sind noch Neocomien und Gault, minder sicher, doch mit Wahrscheinlichkeit, auch Rudisten-Kalk und Seewerkalk bekannt. Daher eben die Wahrscheinlichkeit, dass diese jüngeren Glieder der „Kreideformation“ auch unter den Gipfelmassen der Diablerets, des Grand-Moeuveran und der Dent-de-Morcles nicht fehlen⁵⁷⁾. — Der Thalkessel der Diablerets scheint übrigens geeignet, wichtige Aufschlüsse zu gewähren. Hier stellt sich der schroffe Absturz der viele tausend Fuss mächtigen Formationen dar, welche, von der Passhöhe dieses Gebirgswalles ab, den Nordabhang desselben bedecken und von denen noch mehr als 1200 bis 1500 Meter mächtige Lager in diesen höchsten Gipfeln erhalten sind. Und wir sehen den Prozess, durch welchen dieser Absturz entstanden ist, das Abstürzen der Felsmassen, gleichsam unter unseren Augen fort dauern. Es dürfte schwer sein, zu bezweifeln, dass diese jüngeren Formationen in der ganzen Mächtigkeit der Entwicklung, mit welcher sie in den Berner und Waatländer Gebirgen auftreten, einst über dieses Gewölbe des Gebirges, als Decke der jurassischen Schichten, sich hinüber erstreckten über den Abhang bis zum Grunde des Rhodan-Thales. Und dann ist es klar, dass wir hier in den Schichten des linken Gehänges des Rhodan-Thales, durch welche die südlichen Seitenthäler ausmünden, die Fortsetzung jener jüngeren Formationen vor uns haben. So begreift sich das Vorkommen des Taviglianaz-Sand-

⁵⁶⁾ Studer: Geologie, II, p. 3. 151.

⁵⁷⁾ Ebendas. II, p. 152.

steins in dem Schutte dieses linken Gehänges am Eingange des Einfisch-Thales. — Im Hintergrunde von Derborence geht Gyps zu Tage aus, und auch hier scheint somit dieses Gestein, das löslichste, welches wir kennen, ausser seinem Begleiter, dem Steinsalze, den Einstürzungen Vorschub zu leisten ⁵⁸⁾. Der Absturz hat hier nordwärts die Höhe des Gewölbes bereits überschritten. Die Derborence fliesst von den Abhängen des aus jurassischen Schichten bestehenden Haut-de-Cry in einer Längenschlucht von Südwest gen Nordost unter der höchsten Gipfelmauer entlang bis in den Thalkessel von Derborence.

Welch' ungeheure Gebirgsmassen zwischen den Felsmauern der Diablerets und dem linken Thalgehänge des Rhodan und allen den Schichten, welche die Walliser-Mulde ausfüllen, abgerissen, zertrümmert und fortgeführt sein müssen, davon erhält man einen Begriff, wenn man von einem Aussichtspunkte des linken Thalgehänges das Profil des Rhodan-Thales überschaut. Aber wie gewaltig auch diese Massen erscheinen, es mangelt nicht an der Repräsentation der Zerstörungs- und Transportmittel. Die ungeheuren Schuttmassen, welche die Sionne, der Sittenbach, nach einem Gewitterregen plötzlich in das Thal führt, wo er mitunter das Städtchen ernstlich bedroht, geben immerhin einen Begriff von den Mächten, welche hier wirksam gewesen sind. Dazu jene Felsstürze an den Diablerets, veranlasst durch die Unterwaschung der Gebirgsmasse, durch die Auslaugung des Gypses. Wahrlich die Jahrtausende hindurch fortgesetzte Thätigkeit solcher Agentien vermag selbst die grossartigsten Erfolge zu erklären.

In breitem, geebnetem Schuttbette, überall stagnirend und sumpfbildend, irrt der Rhodan auch hier durch das Thal. Aber überraschend ragt am Fusse des nördlichen Thalgehänges aus diesem Schuttgrunde die zweigipflige Hügelgruppe hervor, welche die Schlösser von Sitten (Sion) trägt, Tourbillon auf dem nördlichen, Valeria auf dem südlichen Gipfel.

Im Osten von Tourbillon ist ein Gypsbruch eröff-

⁵⁸⁾ Studer: Geologie, II, p. 152.

net⁵⁹⁾), rechts am Wege nach St. Leonhard, wo der Gyps in so grosser Ausdehnung und in so deutlich aufgeschlossener Lagerung erscheint (Seite 182). Der Gyps lagert auch hier auf Kalkstein, dessen Schichten steil südwärts einschliessen⁶⁰⁾. Nicht minder deutlich sieht man beim Tourbillon-Hügel die Auflagerung des thonigen Schiefers auf dem Gypse. Beide, Gyps und Schiefer, streichen ganz konform von Ost gen West und fallen ebenso konform unter 75° südwärts. Beide sind in weiter Strecke aufgeschlossen. Auf dem Schiefer liegt graulichblauer, mit Talk erfüllter, schiefriger Kalkstein⁶¹⁾, den Studer geradezu talkigen Kalkschiefer nennt⁶²⁾, dem „graue Schiefer“⁶³⁾ oder „talkartige Flyschschiefer“⁶⁴⁾ folgen. Ausser den grauen, glimmerigen Schiefen ist auch körniger Kalkstein vorhanden⁶⁵⁾. Die Schiefer sind zum Theil wahre Glimmerschiefer⁶⁶⁾; freilich enthalten sie immerhin zwischen den Glimmerblättchen nicht Quarz, sondern Kalk. Diese Schichten streichen von Ostnordost gen Westsüdwest (hora 5), das Fallen ist in dem Felsen von Tourbillon so steil, dass es nur noch um wenige Grade, gegen Süden geneigt, von der Vertikalstellung abweicht⁶⁷⁾. Dann folgen, theils vertikal stehend, theils aber steil nordwärts fallend, schiefrige Quarzit-Lager, welche Feldspath enthalten und deren Körner mit Talk umwickelt sind. Solche Schichten bilden den Hügel von Valeria, an dessen südlichem Fusse sie auf nordwärts fallende Kalkschichten aufgelagert erscheinen⁶⁸⁾. Besteigt man von der inneren Stadt aus den Hügel, so zeigt sich am Wege schon schiefriger, grüner Talkquarzit, der nach der Höhe zu auch massiger auftritt, deutliche weisse, stark glänzende Feldspath-Zwillinge enthält

⁵⁹⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 140.

⁶⁰⁾ Studer: Geologie, I, p. 415.

⁶¹⁾ Lardy a. a. O. p. 140.

⁶²⁾ Studer a. a. O.

⁶³⁾ Ebendas.

⁶⁴⁾ Studer: Lehrb. d. phys. Geogr. II, p. 105.

⁶⁵⁾ Studer: Geologie, I, p. 416.

⁶⁶⁾ Lardy a. a. O. p. 139.

⁶⁷⁾ Derselbe a. a. O.

⁶⁸⁾ Studer: Lehrb. d. phys. Geogr. II, p. 105.

und so sich wahrem Protogyne nähert. Der Quarz bleibt jedoch immer vorherrschend als feinkörnige, zum Theil fast sandige Grundmasse. Dieses Gestein bildet fast ausschliesslich den südlichen Hügel, auf welchem Valeria steht. Zwischen beiden Hügeln stehen seine Straten vertikal, neigen sich aber mehr und mehr nördlich, je weiter man nach dem südlichen Abfalle vorschreitet, und steigt man an diesem abwärts dem Rhodan zu, so sieht man grauen, dichten Kalkstein unter den Quarzit einschliessen und den ganzen unteren Theil des Absturzes bilden⁶⁹⁾. Der Übergang von Quarzit in Gneuss wird meistens einer „Aussonderung“ von Feldspath zugeschrieben⁷⁰⁾; allein dieser Ausdruck ist durchaus nicht angemessen, indem es sich vielmehr um einen Zutritt von Feldspath handelt, welcher in dem bereits grösstentheils in Quarz umgewandelten Gesteine die Kalkreste verdrängte. Saussure bezeichnet die Quarzitschiefer dieser Hügel als Porphyrschiefer und nennt die Schichten derselben „im höchsten Grade verquält“ — *extrêmement tourmentées*⁷¹⁾. — Studer übersah es nicht, dass diese Hügelgruppe im Kleinen das Bild der „Fächerstruktur“ der von ihm sogenannten „Zentralmassen“ der Alpen darbiete. Hier nun ist die muldenförmige Lagerung im Kleinen zu überblicken. Es ist eine tief zusammengebogene Schichtenfalte am Fusse des hoch erhobenen Gebirgswalles. Derartige Faltungen müssen in der ganzen jetzt verschwundenen Gebirgsmasse, an deren Stelle sich das Rhodan-Thal befindet, nothwendig vorhanden gewesen sein, mag die muldenförmige Neigung der Schichten, welche wir jetzt im ganzen Mittelwallis beobachten, eine Folge von Hebungen oder von Einsenkungen gewesen sein. Gerade diese Faltungen gaben vermuthlich Gelegenheit zur Zerrüttung und Zerstörung, sowie wir längs dem Piemontesischen Hochwalle im Hintergrunde der südlichen Seitenthäler ähnliche Faltungen, bis zur Fächerstellung, und ähnliche Zerrüttungen und Anlage zur Bildung von Längenthälern antreffen. In Betreff der vertikalen Schichtenstellung, der völligen Zusammendrückung der

⁶⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 416.

⁷⁰⁾ Studer: Lehrb. d. phys. Geogr. II, p. 151.

⁷¹⁾ Voyag. IV, p. 327, §. 2119.

Schichtenfalten darf nicht übersehen werden, dass nothwendig unter dem Grunde einer muldenförmig gebogenen Schichtengruppe die Auslaugung des Gypses und die Abzehrung der immerhin etwelchen Lösungsprozessen unterworfenen Schichten auch der übrigen Gesteine stärker sein musste, als an den Seitenflügeln, und dass in Folge dieser Verminderung die Muldenmitte immer mehr zusammensinken und somit sich selber aufrichten und komprimiren musste. Das Vorhandensein des protogynartigen Quarzites an dieser Stelle, im Gegensatze zu anderen zerstörbareren Massen, erklärt die Hervorragung dieser Schichtengruppe ebenso, wie das Hervorragen analoger Gesteine in den höchsten Gipfeln.

13. Die Gebirge des Borgne-Thales und seiner Verzweigungen.

Am linken Gehänge des Rhodan-Thales tritt, von der Schlucht von Grône südwestwärts fortstreichend, der anthrazitführende Schiefer bei Bremis (Bramois) am Ausgange des Borgne-Thales und bei Chandoline, Sitten gegenüber, mit eigentlichen Anthrazit-Lagern auf. Nachdem man, von Sitten her kommend, die Brücke des, hier durch die Borgne und ihr Schuttdelta weit gegen die rechte Thalseite hinübergedrängten Rhodan und die breite Thalebene hinter sich gelassen hat, sieht man sich am Fusse des gleichförmig ansteigenden Gebirges, welches das Thal der Borgne von dem der Prinze scheidet. Der Abhang trägt in einer Höhe von nicht ganz 1000 Metern über dem Rhodan-Grunde die Maiensässe (Mayens) der Stadt Sitten und erhebt sich am nördlichen Ende des Gebirgskammes oberhalb Heremence auf 2200 M. ü. M. Weiter südlich ist der Kamm mit ewigem Schnee und Gletschern bedeckt⁷²⁾. Auf der rechten Seite der Borgne bei Bremis und auf der linken bei Chandoline wird, mit Unterbrechung, durch Stollenarbeit das einen Fuss mächtige Lager von Anthrazit ausgebeutet. Über und unter demselben liegen schwarze Sandsteinschiefer und glimmerige Thonschiefer, welche unter 30° gegen

⁷²⁾ Studer: Geologie, I, p. 367.

Ostsüdost einfallen ⁷³⁾). Das Lager ist ziemlich unregelmässig; im Innern der Hauptgrube erreicht es eine Mächtigkeit von mehr als sechs Fuss. Hier und da ist es von Keilen von Schieferthon durchsetzt. Der schwarze Thonschiefer oder Schieferthon, welcher das Lager umschliesst, enthält Quarz-Knauer, welche an einer Stelle eigenthümliche zellige Bildungen zeigen ⁷⁴⁾). Dergleichen zellige Bildungen des Quarzes, eine äusserst häufige Erscheinung, lassen meistens noch deutlich die Spathform aufgelöster Kalk- oder Dolomitspath-Fragmente erkennen, welche rascher ausgezehrt sind, als die Quarz-Substanz sich für dieselben substituirt; denn ursprünglich waren dergleichen Knauer Kalk. — Es soll auch schwarzer Marmor mit dem Anthrazite vorkommen ⁷⁵⁾). In dem Schieferthone zeigen sich Spuren von Farrnkräutern. Die anthrazitführenden Schichten bilden übrigens nur Zwischenlager in einem Schichtensysteme gneussartigen, grauen Talkschiefers, welcher die herrschende Gebirgsart ist ⁷⁶⁾). Dieselbe ist auch wohl als Glimmerschiefer bezeichnet ⁷⁷⁾). Das Anthrazit-Lager von Chandoline ist jetzt fast gänzlich ausgebeutet. Es war eine linsenförmige Masse von 20 bis 30 Fuss Stärke in der Mitte, die sich nach allen Seiten hin auskeilte. Das Lager hatte dabei ein Streichen von Nordnordost gen Südsüdwest (hora $2\frac{1}{2}$ — 3) und fiel unter 20° südwärts ⁷⁸⁾). In dem Anthrazite, mitten in den Lagern oder an der Gränze gegen das Hangende, kommen gelbgrüne, linsenförmige Massen von Sphärosiderit vor, welche von Pyrit- und Quarzschnüren durchsetzt sind ⁷⁹⁾). Westlich von Chandoline, hart über dem Rhodan, tritt das Ausgehende der Anthrazitschichten wieder auf. Aber hier sind es nur kleine Körner von Anthrazit, mit Schiefermasse gemengt, die eine 2 bis 10 Zoll starke Lage bilden.

⁷³⁾ Studer a. a. O.

⁷⁴⁾ Merian im Bericht über d. Verhandlungen d. Naturf. Gesellsch. in Basel. 1845. p. 61. 62.

⁷⁵⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

⁷⁶⁾ Merian a. a. O.

⁷⁷⁾ Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 11.

⁷⁸⁾ Girard: Geologische Wanderungen, I, p. 102.

⁷⁹⁾ Ebendas. p. 109.

Die Anthrazit-Körner sind immer von Quarz umgeben, der aber nicht aus Sandkörnern, sondern aus fasrigen Massen besteht. Die Schichten streichen hier von Nordost gen Südwest (hora 4) und fallen unter 25° südwärts. Als Hangendes treten zunächst schwarze Schiefer, dann graue Quarzite auf, ganz in derselben Weise, wie bei Chippis (Seite 209). Schiefer und Quarzite wechseln mehrfach am steilen Ufer entlang, doch sind die letzteren vorherrschend. Der Rhodan tritt hier hart an die Felswand heran, so dass der schmale Weg über ihm am Gehänge fortgeführt werden musste ⁸⁰⁾.

Das anthrazitführende Schichtensystem wird von lockeren Talkschiefern und von rauchwackenartigen Dolomiten bedeckt, welche ebenfalls unter einem mässigen Winkel gegen Südsüdosten einsinken. Es sind dieselben Massen, welche am linken Abhange des Rhodan-Thales in dieser Gegend als vorherrschende Gebirgsart gefunden werden ⁸¹⁾.

Der Kalk der Pontis-Schluchten streicht über Vercorin nach Nax und Vesch (Vex) westwärts fort ⁸²⁾. Auf der rechten Seite der Borgne sind auf dieser Streichungslinie mächtige Gyps-Massen entwickelt ⁸³⁾. Steigt man von Chandoline nach dem 542 Meter höher gelegenen Vesch, so zeigen sich, noch wenig über dem Thalgrunde, Kalkschiefer mit Einlagerungen von Gyps, die sich gegen Südsüdost ($S_{20}O$) einsenken und somit gegen die Schichten des Anthrazitsystemes eine Abweichung darbieten, welche vermuthlich den lokalen Unregelmässigkeiten zugeschrieben werden muss, von denen die Gypse fast immer begleitet sind. Die geringe Ausdehnung der blossgelegten Felsen gestattet keine weitere Verfolgung ⁸⁴⁾. Diese Gypse sind auch salzhaltig. Bei Vesch finden sich Salzquellen, welche schon im Jahre 1622 benutzt waren, aber wieder verlassen wurden und auch jetzt noch unbenutzt bleiben, obgleich der Staatsrath von Wallis im Jahre 1817 zur näheren Untersuchung derselben die Summe von

⁸⁰⁾ Girard: Geologische Wanderungen, I, p. 102.

⁸¹⁾ Merian a. a. O. p. 62.

⁸²⁾ Girard a. a. O. p. 57.

⁸³⁾ Studer: Geologie, I, p. 368.

⁸⁴⁾ Studer a. a. O.

150 Karolinen aussetzte⁸⁵⁾. Etwas weiter westlich unter den Mayensässen von Sitten liegt ein Ort, Salins genannt, früher eine eigne Gemeinde, jetzt mit Sitten verbunden, dessen Name ebenfalls auf Salz hindeutet⁸⁶⁾. Das Kalkgebirge setzt in der Mitte zwischen der Borgne und Prinze bis zum Niveau des Rhodan hinab⁸⁷⁾. — Auch die Quarzite vom Illhorn, Fang und Vercorin streichen mit dem Kalke über Nax westwärts weiter fort⁸⁸⁾.

Auch in das Thal der Borgne kann man nicht am Ufer des Thalstromes eindringen; denn derselbe strömt zwischen steilen Gehängen. Man steigt hinauf von Bremis nach Nax, Vernamièse oder Mage auf dem rechten Ufer, oder von Chandoline nach Ves ch auf dem linken. Bis über die Gabelung des Thales bei Useigne einwärts wird auf diesen

⁸⁵⁾ Ebel, Mscr. Reisenotizen.

⁸⁶⁾ Es ist mir nicht gelungen, die Örtlichkeit ausfindig zu machen, welche unter dem Namen „la Combiolaz“ bereits in einer Vertragsurkunde vom Jahre 1192 vorkommt (Furrer: Geschichte von Wallis, p. 81), woselbst sich ebenfalls eine Salzquelle befindet. „Eine Salzquelle, Flossbrunn genannt, entspringt bei Cambiolaz am Ufer der Amenzi im Amenzi-Thale, dem südlichen Arme des Eringer-Thales, aus welcher im Jahre 1524 Kochsalz gesotten wurde. Hier streicht ebenfalls der Urgyps.“ So schreibt Ebel: Bau der Erde im Alpengebirge, I, p. 125. Auch Lardy in Leonhard's Taschenbuch, 1819, p. 139 erwähnt „im Thal Erin Gyps und Salzquellen“. Scheuchzer (Helvetiae Hydrographia. 1717. p. 309) redet von einem „Saltzwasser im Armenser-Thal, ist ohngefähr entdeckt worden A. 1544“, und knüpft daran eine weitere Nachricht, welche aber nur die theilweise Übersetzung der folgenden Nachricht von Jos. Simmler (Vallesiae descriptio. 1574. fol. 26 a) ist, auf welche Scheuchzer auch verweist. Simmler sagt a. a. O.: „Armensia uallis nominatur: aeris secturae eximiae bonitatis hoc loco sunt, et pagus eiusdem cum ualle nominis, ac alter Veschius nomine supra confluentes utriusque fluii. His locis Salsularum fons ante annos aliquot inuentus est, a quo salem coquere coeperant, sed hodie negligitur, partim quod sal ex hac aqua non admodum probetur: partim propter sumptus qui maximi faciendi sunt ut aqua dulcis una profluens a salsa separetur: partim etiam, si uulgo credendum est, eorum opera qui sal marinum in Vallesiam uendunt.“ — Es scheint mir hiernach, dass Simmler von Salzquellen im Gau von Ves ch rede und dass alle obigen Nachrichten sich auf dieselben Quellen beziehen, indem die Lage von Ves ch landesüblich schon dem Eringer-Thale und insbesondere der linken Seite desselben, dem Heremence-Thale, zugerechnet wird.

⁸⁷⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 106.

⁸⁸⁾ Ebendas. p. 55.

Wegen nirgend die Felsart sichtbar. Die Borgne fließt in einer engen Schlucht bei 500 Meter tief unter den Thalstufen, auf welchen zu beiden Seiten die Dörfer stehen, und die Thalgehänge scheinen bis in beträchtliche Höhen bedeckt von der mächtigen Schuttmasse, welche bei Useigne eine eigenthümliche Erscheinung veranlasst, die unter dem Namen der „Pyramiden“ oder „Säulen“ von Useigne bekannt ist⁸⁹⁾. Es bleiben bei der allmählichen Abwaschung und Abtragung der dicken Schuttlager, welche das über dem Zusammenflusse der beiden Borgne-Bäche im Vereinigungspunkte des Eringer- und des Heremence-Thales emporragende Kap bedecken, gewisse Parteen dieses Schuttes stehen, theils weil sie von Steinen, kleineren und grösseren, welche im Schutte vorkommen, gegen den Angriff des Regens von oben geschützt sind⁹⁰⁾, theils aber wohl in Folge einer Infiltration bindenden Kalkes, durch welche gewisse Parteen des Schuttes gefestet und so zur Erhaltung geeignet werden. Ähnliche Verfestungen, denen die letztere Ursache zu Grunde liegt, zeigen sich im Schutte des Rhodan-Thales an den Ufern der Raspille und an den Hügeln von Glarey⁹¹⁾.

Bei Heremence endlich, sowohl abwärts nach der Borgne zu, als auch südwärts gegen Marche zu im Heremence-Thale, tritt grauer und grüner Talkschiefer in horizontaler Lagerung zu Tage; jedoch auch hier nur beschränkt, und noch weiter einwärts behalten beide Thäler ihren einförmigen Charakter⁹²⁾.

Wendet man sich südostwärts nach dem Eringer-Thale, dessen vergletscherter Hintergrund mit den eisumpanzerten Gipfeln der Dent-blanche und Dent-d'Erin schon vorn im Thale das Auge auf sich zieht, so stösst man eine halbe Stunde vor Evolena auf einen hohen, quer durch das Thal streichenden, schroff abgestürzten Felsendamm, durch welchen eine schmale Kluse der Borgne und dem Pfade einen Durchgang gestattet. Hier ist lebendiges Gestein: „grüne Schie-

⁸⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 368.

⁹⁰⁾ J. Fröbsl: Reise in die Pennin. Alpen, p. 22.

⁹¹⁾ Girard a. a. O. p. 34.

⁹²⁾ Studer: Geologie, I, p. 368.

fer" in grosser Mannigfaltigkeit, Strahlsteinschiefer, Serpentin-schiefer, Cipollinschiefer und Quarzit. Die Schichtung fällt südwärts; in Folge dieses Verhältnisses ist der nördliche Abhang des Riegels so schroff, der südliche dagegen sanft abgedacht und mit Vegetation bedeckt. Man gelangt durch denselben in die vollkommen ebene Thalfläche von Evolena, die auch weiter einwärts meist von „grünen Schiefern“, Quarzit, Marmor und anderen „metamorphischen Gesteinen“ umgeben ist⁹³⁾. Dolomitischer Kalk, welcher zu Evolena gebrannt und zum Mörtel benutzt wird, liegt oberhalb des Dorfes auf den Wiesen in Blöcken, welche vom östlichen Thalgehänge herabstürzen⁹⁴⁾. Hinter dem Pfarrhause, bei der dort entspringenden, in einem gewissen Rufe stehenden, starken und anscheinend sehr reinen Quelle, — deren Temperatur + 8°, C. beträgt — findet man grosse Felsblöcke von verschiedenen Gesteinen, deren innige Beziehung zu einander wir bereits am Sassenoire (Seite 210 ff.) kennen lernten, dessen abstürzende Felsmassen hier etwa den Thalgrund erreichen mögen, vielleicht auch selber hier durchstreichen. Es sind zunächst verschiedenartige Kalksteine, weisser Marmor, dichte gelbliche oder graue Kalksteine, dann weisse oder gelbliche, durch dünne, aber reichliche Lagen von weissen Talkblättchen versteckt dünn-schiefrige Kalksteine, welche theilweise innig beigemengte Quarzsubstanz enthalten, endlich graue, durch Quarz-Körner gleichsam sandige Kalksteine, welche sehr dolomitisch aussehen, gleichwohl sehr wenig Magnesia enthalten. Daneben findet man gemeinen weissen Quarz und ferner ein licht-grünlichgraues Quarzgestein von splittrigem Bruche, welches sich in vollkommen parallele Schichten von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Dicke absondert und dessen Ablosungsflächen mit zarten Lagen von feinen weissen oder grünlichen Talkblättchen bedeckt sind, die auch das ganze Gestein erfüllen. Endlich ein gneussartig aussehendes Gestein, welches ein Gemenge von feinkörnigem Quarze und lagenförmig vertheilten hellgrünen Glimmer- oder Talkschuppen ist, und welches ausserdem kleine zeisiggrüne Parteen, wahrscheinlich

⁹³⁾ Ebendas. a. a. O.

⁹⁴⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Zürich, II, p. 70.

von feinkörnigem Epidot, enthält. Der Quarzfels findet sich über der Quelle anstehend an einer mit Schutt bedeckten Halde, über welche man zu einem höher gelegenen Steinbruche ansteigt. Er streicht hier etwa von Ost gen West und seine 1 bis 2 Zoll dicken Schichten fallen unter 40° südwärts. Auf ihm liegt gleichförmig ein bleigrauer Schiefer, welcher ein Gemenge von kohlensaurem Kalke, etwas feinkörnigem Quarze und grauem Glimmer ist. Dieser enthält hie und da Pyrit und bedeckt sich verwitternd an der Oberfläche mit reichlichen Effloreszenzen von Bittersalz⁹⁵⁾. Demnach scheint es, dass er selber Magnesia enthalte. Über diesem „Bittersalzschiefer“ liegt ebenfalls gleichförmig und geschichtet Topfstein und Talk mit Strahlstein und Strahlstein-Asbest. Man sieht hieher ansteigend alle Übergänge von Talkschiefer, Talk mit Strahlstein oder Strahlstein-Asbest, Topfstein, Chloritschiefer, serpentinartigen Chloritschiefer bis in serpentin- und gabbroartige Gesteine, in denen die Hauptmasse wie ein inniges Gemenge von Serpentin und Chlorit erscheint, während die ersteren von feinen Bändchen eines gelblichen, schillernden Asbestes durchzogen sind und die anderen gelblich-grüne Diallag-Blätter enthalten⁹⁶⁾. Diese Gesteine erinnern vollkommen an das Topfstein-Lager im Visp-Thale, nicht minder an die Topfstein-Lager an der rechten Seite des Gombser-Thales und des Urseren-Thales (Seite 47).

Der Weg zum Torrent-Passe führt von dem auf einer Thalstufe oberhalb Evolena stehenden Dorfe Villa durch Weidegehänge aufwärts, und erst auf der Höhe zeigt sich der Fels. Es ist grauer Talkschiefer, welcher südwärts fällt⁹⁷⁾, und welcher sich als Einlagerung in den grauen Kalkschiefern des Torrent-Passes wiederfindet (Seite 212). Die „grauen Schiefer“ des Torrent-Thales mit ihren Einlagerungen streichen durch den Gebirgsrücken, welcher jenes Thal vom Hintergrunde des Eringer-Thales trennt. Von Haudères bis zum Ferpecte-Schlunde — Combe-de-Fer-

⁹⁵⁾ J. Fröbel a. a. O. p. 86. 87.

⁹⁶⁾ Ebendas. a. a. O.

⁹⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 372.

pecle —, gegen den Ferpecle-Gletscher hin, zeigt sich gewöhnlicher „grauer Schiefer“ horizontal gelagert⁹⁸⁾. An der östlichen Gebirgswand bis hoch hinauf gegen Bréona finden sich nur diese grauen Schiefer, in welchen in der Nähe der Alphütten von Bréona „grüne Schiefer“ auftreten, die mit dem Serpentin-Lager des Bréona-Passes in Verbindung stehen⁹⁹⁾. — Am Vorderrande des Ferpecle-Gletschers steigt schroff ein Felskopf auf, welcher die Hütten von Ferpecle vor dem andringenden Gletscher schützt. Wir befinden uns auf der Streichungslinie des Talkgneusses der Pigne-de-la-Lée. Auch dieser Felskopf hier besteht aus Talkgneuss, der aber so sehr dem „grünen Schiefer“ ähnelt, dass man scharf beobachten muss, um ihn zu unterscheiden. Ganz ähnliche Gesteine zeigen sich übrigens schon in den grünen Schiefern zwischen Evolena und Haudères; aber die von dem grünen Talke des Schiefers umgebenen Mandeln bestehen dort nur aus Quarz oder aus weissem, dichtem Feldspathe — „Eurite“ —, während in diesem Gneusse nebst dem Quarze auch deutliche Feldspath-Zwillinge vorkommen. Das Fallen der Schichtung dieses Gesteines ist südwärts gerichtet. — Auch der Mont-Miné, vor welchem die beiden Hauptarme des Ferpecle-Gletschers sich vereinigen, besteht aus Talkgneuss, der gleichfalls noch südwärts geneigt ist. Die Gandecken indess, welche hier, vor dem hohen Absturze des Mont-Miné, einen beträchtlichen, tiefliegenden Gletscher-See umschliessen, enthalten Blöcke von Serpentin und Gabbro, die aus dem südlicheren Hochgebirge herkommen müssen¹⁾. Wir befinden uns hier im Profile des Col-d'Erin, dessen südlicher Hintergrund von hier aus noch nicht erforscht ist. Im äussersten Hintergrunde stehen auf dem Piemontesischen Gränzwalle die Dents-des-Bouquetins — Steinbockhörner — auch Aiguilles-rouges genannt. Der westliche Ferpecle-Gletscher bringt von diesen Blöcke von Granitone-Gabbro, ganz von der Beschaffenheit des Gesteins, welches der

⁹⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 369.

⁹⁹⁾ Ebendas. p. 373.

¹⁾ Ebendas. p. 214.

Zmutter-Gletscher vom Fusse des Matterhornes herabführt²⁾.

Von der Zunahme der Gletscher in gewissen Gegenden der Alpen bietet auch der Ferpecte-Gletscher ein interessantes Beispiel. Nicht allein soll eine schöne Alp längst unter ihm begraben sein, sondern man weiss durch Tradition, dass früher ein nicht schwieriger Pass von Haudères über den Col-d'Erin oder Col-d'Evolena nach Zermatt ging, und Hufeisen, welche, nebst Hellebardenspitzen, auf dem Eise des Gletschers gefunden sind, beweisen, dass er sogar als Saumpfad benutzt wurde, woran gegenwärtig Niemand denken würde³⁾.

Nahe bei Haudères vereinigt sich mit der Borgne, welche aus dem Ferpecte-Schlunde kommt, ein Zufluss von Süden her, aus einem ähnlichen Thale, der Arven-Schlucht — Combe-d'Arolla — oder Vallée-des-Dents. Spezielle Beobachtungen über die Verhältnisse der diese beiden Schluchten trennenden Gebirgskette, deren vorderste Spitzen die Dents-de-Vejuy (Vejivi oder Vesivi), die Dents-berauk — Dents-perroques, i. e. Dents pierreuses — und die Avullietta-de-la-Za — Aiguille-de-la-Za, i. e. Aiguilles de la chaux — heissen, und welche sich an die Dents-des-Bouquetins anschliesst, sind nicht vorhanden. In seiner Gestaltung erinnert der Grat sehr an den Mischabel-Grat und, wie dieser, scheint er aus den zusammengedrängten innersten Schichten der Mulde zu bestehen. Vom Col-de-Riedmatten, welcher, diesem Grate gegenüber, das die Arolla-Schlucht von dem Val-de-Barma oder les-Diez, dem höchsten Hintergrunde des Heremence-Thales, scheidende Gebirge überschreitet, erscheinen die Schichten dieses ganzen Kammes, den ihr, ungefähr von Ost gen West gerichtetes Streichen durchschneidet, in merkwürdiger Weise gewunden und grossentheils fast senkrecht gestellt⁴⁾, etwas südlicher aber in einzelnen Partien deutlich nordwärts fallend⁵⁾. Dem

²⁾ Ebendas. p. 319.

³⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 112.

⁴⁾ Derselbe a. a. O. p. 74.

⁵⁾ Ebendas. p. 115.

Anscheine nach bestehen sie aus blaugrauen oder graugrünen schiefrigen Gesteinen ⁶⁾. Der Name der Avullietta-de-la-Za deutet keineswegs auf Kalkfelsen dieses Berges, sondern ist entlehnt von der Benennung einer Alphütte Montagna-de-la-Za an seinem Fusse, die dann freilich wohl vermuthen lässt, dass in deren Nähe solches Gestein vorhanden sei. — Bei der Barthélemy-Kapelle, nach welcher das Arolla-Thal auch wohl Barthélemy-Thal genannt wird, herrscht noch südwärts gerichtetes Fallen; dieses bleibt unverändert bis zum Ende des Arolla-Gletschers, wo von Südwesten her der Otemma-Gletscher und andre beträchtliche Gletscher von allen Seiten herabhängen. Es ist eine der wildesten Gegenden der ganzen Alpengebirge, zu welcher der Arolla-Gletscher hinaufführt, woselbst die Zeit für geologische Untersuchungen jährlich auf wenige Wochen beschränkt ist und wo die Grösse der Gebirgsmassen, die Schwierigkeit der Pässe, jede Forschung äusserst erschweren und die Felsart vieler unnahbaren Bergstöcke nur aus den Trümmern der Gandecken erkannt werden kann, deren Linie an ihnen vorüberführt ⁷⁾. Nahe am unteren Theile des Arolla-Gletschers kommen an den Felsabstürzen der Ostseite „grüne Schiefer“, Gabbro, Serpentin und serpentinähnliche Gesteine zum Vorschein ⁸⁾; dann folgt ein serpentin- oder grünporphyrartiges Gestein, welches aus dunkelgrünen, innig mit Glimmer von dieser Farbe gemengten, und aus grünlichgelben Partien besteht und jenen dunkelgrünen Glimmer auch in deutlicheren Blättern ausgesondert enthält. Dieses Gestein geht allmählig über in einen eigenthümlichen grünen Granit mit apfelgrünem Feldspathe und zollgrossen ausgesonderten Orthoklas-Zwillingen; dieses wieder in ein grobkörniges, granitähnliches Gestein aus grauem Feldspathe, glasartigem Quarze, wenigem dunkelgrünen Glimmer und undeutlicher Hornblende. Es zeigen sich diese Felsarten besonders in bauchig vorragenden, durch den Gletscher bearbeiteten Felsen. Dann folgt wieder

⁶⁾ Ebendas. p. 74.

⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 206.

⁸⁾ Studer in Forbes: Pennin. Alpenreise. Deutsch von G. Leonhard, p. 279.

Serpentin und feinkörniger Gabbro, eng verbunden mit grünen und rothen „Galestro-Schiefern“, welche über eine Viertelstunde weit anhalten. Weiter aufwärts zur Passhöhe gegen den Mont-Collon herrscht „grüner“ und „grauer Schiefer“. Man sieht hier auf dem breiten, wenig zerspaltenen Gletscher die Schichtung zu beiden Seiten nicht genügend klar. Bald scheint sie gegen Süden, wie unterhalb, bald dagegen nordwärts einzusinken, mitunter auch vertikal zu stehen. Bei dem eisernen Kreuze, welches am Fusse des Mont-Collon in 3147 M. Höhe das Joch des Arolla-Passes — Col-d' Arolla, Col-de-Collon oder Col-d' Oren — bezeichnet, fällt der dort herrschende „grüne Schiefer“ und Arkesingneuss deutlich nordnordwestwärts ($N_{30}W$)⁹⁾. Gleich jenseit der Passhöhe, auf der Gränze von Wallis und Piemont, herrscht dann wieder südwärts gerichtetes Fallen und dieses hält an hinab neben dem Collon-Gletscher und durch die Combe-d'Oren bis in's Val-Pellina. — Der Mont-Collon und der ganze Gebirgsstock, welchen er krönt, scheint aus Arkesingneuss zu bestehen. Schichten von solchem sind es auch, welche an der Gränze gegen Süden einschliessen, während im Hintergrunde der Combe-d'Oren bräunliche, weiter vorwärts im Thale mit Syenit verbundene Glimmer- und Hornblendschiefer in gleicher Stellung sich daran lagern. Letztere Gesteine sind an der rechten Seite von Val-Pellina allgemein verbreitet¹⁰⁾. Aber hier stehen die Schichten derselben steil gegen Nordwest geneigt¹¹⁾.

Wir kehren zurück zur untersten Gabelung des Borgne-Thales, nach Heremence. Das Heremence-Thal bietet zur Beobachtung der Gesteine und des Gebirgsbaues keine günstigere Gelegenheit dar, als das Eringer-Thal. War aber das Auftreten gewisser Felsschichten in übereinstimmendem Streichen und Fallen mit gleichartigen Felsschichten der nämlichen Streichungslinien im Einfisch-Thale geeignet, zu beweisen, dass die Lagerungsverhältnisse, wie am Ausgange der Thäler, so auch im Innern regelmässig gegen Süd-

⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 280. 281.

¹⁰⁾ Ebendas. p. 212. 213.

¹¹⁾ Ebendas. p. 210. 211.

westen fortsetzen, so verstärken die Beobachtungen, zu welchen das Heremence-Thal und der Grat zwischen diesem und dem Eringer-Thale Gelegenheit bieten, diesen Beweis vollends.

Der Talkschiefer von Heremence und Marche ist schon gedacht. Sie sind horizontal gelagert. Bei Heremence selbst werden aus einem Topfstein-Lager innerhalb des Bereiches dieser Schiefer Ofenplatten gewonnen ¹²⁾. Durch den langen und engen Thalgrund von Marche oder Mâche gelangt man hinauf bis zu einer Thalstufe oberhalb der Alp von Meribo oder Miribi. Den Grat zwischen dem Eringer- und Heremence-Thale krönt nahe über seinem vorderen Ende der Pic-d'Arzinol, welcher, auf der Streichungslinie des Sasseneire liegend, die Vermuthung erweckt, dass seine Felsmassen denjenigen des genannten Gipfels entsprechen; untersucht sind sie noch nicht. Von Evolena führt südlich unter dem Pic-d'Arzinol vorüber der Col-de-la-Maingna über diesen Grat zu der Alp von Meribo hinüber. Man steigt, etwas nordwestlich von Evolena, steil durch Waldungen in dem von Südwesten sich herabziehenden Nebenthälchen von Voasson hinauf, in dessen Hintergrund der Voasson-Gletscher herabhangt. In der Nähe der auf dem linken Thalabhänge gelegenen Alp Voasson gehen graue und schwarze Schiefer und Kalksteine zu Tage. Auch die Höhe des Passes (2238 M.), zu welcher man von der Alp Maingna durch lange Weidegehänge ansteigt, besteht nur aus zertrümmerten Kalklagern, Kalkbreschen und Schiefeln. Die Westseite des Gebirges ist hier schroff und felsig abgestürzt; über Trümmerhalden und hervorstehende Schichtenränder gelangt man in südlicher Richtung nach der Passe-de-Miribi, wohl über 1000 Meter hoch über der Alp von Meribo im Heremence-Thale. Die Felsart an diesen Abstürzen ist stets Kalk und Schiefer, von Farbe grau oder schwarz; nur sehr untergeordnet zeigen sich Trümmer von „grünem Schiefer“ und von chloritischem Quarzite, die von höheren Felsstöcken herzurühren scheinen ¹³⁾. —

¹²⁾ Ebel: Mscr. Reisenotizen.

¹³⁾ Studer: Geologie, I, p. 370. 371.

Der Col-de-la-Maingna liegt auf der Streichungslinie des Col-de-Torrent.

Von Meribo führt eine schroffe Thalstufe auf den hohen Thalgrund von Barma. Die Borgne bildet, über diese Stufe herabstürzend, einen ausgezeichneten Wasserfall. Die Felsart ist hochkrystallinischer Chloritschiefer, und unerwartet zeigt derselbe hier auch an den Seitenwänden des Tha-les vertikale Schieferung im Streichen von Ost gen West, während in der ganzen Umgebung horizontale oder schwach südwärts fallende Lagerung der Schichten herrscht. Auf der Höhe der Stufe windet sich der Weg zwischen Hügeln derselben Chloritschiefer hindurch, bevor man den offenen Thalgrund erreicht. Es sind ausgezeichnete Rundhöcker mit Furchen, Reifen, Riesentöpfen, Erscheinungen, wie sie gewöhnlich am Rande der Gletscher vorkommen, und man gewinnt die Überzeugung, dass der Durand-Gletscher, welcher gegenwärtig nur den äussersten Hintergrund des Barma-Thales erfüllt, sich einst bis auf diese Stufe, fast eine Meile von seinem jetzigen Ende, herab erstreckt und den ganzen, einem Gletscherboden in der That höchst ähnlichen Thalgrund bedeckt habe ¹⁴⁾.

Südlich vom Col-de-la-Maingna ist der Grat, welcher das Arolla-Thal vom Barma-Thale trennt, nur wenig bekannt. An den Pointes-rouges scheint in der Höhe der westlichen Thalwand des Arolla-Thales dolomitischer Kalkstein in grosser Ausdehnung aufzutreten; derselbe liegt dort horizontal oder schwach südwärts geneigt ¹⁵⁾. Vielleicht ist die Annäherung an Horizontalität der Lagerung mehr eine scheinbare, veranlasst durch den Umstand, dass die Schichten hier nicht mehr der früheren Streichungslinie folgen, sondern gegen Süden umwenden und mehr gegen Osten fallen. Schon die Ungleichmässigkeit der beiden Abhänge des Col-de-la-Maingna deutete dieses Verhältniss an, indem die Schichtenköpfe auf dem westlichen Abhänge des Grates hervortraten. — Die Trümmer, welche von dem Kamme zwischen dem Arolla- und Barma-Thale in letzteres herabfallen,

¹⁴⁾ Studer a. a. O. p. 371.

¹⁵⁾ Ebendas. a. a. O. p. 369.

von der Lautaret-Hütte bis zur Alphütte von Cheilon und längs dem Durand-Gletscher, bestehen fast ausschliesslich aus grauen und grünen Schiefern und chloritischen Quarzitschiefern, in denen auch wohl hie und da etwas Feldspath erscheint, um den Übergang in Chloritgneuss vorzubereiten. Höchst sparsam nur zeigen sich Trümmer von Serpentin, Diallagschiefer und Gabbro¹⁶⁾. Die Felsen am rechten Rande des Gletschers bestehen unten aus einem äusserst dünnblättrigen, schwarzen Schiefer, der gegen den Col-de-Riedmatten hinauf in Glimmerschiefer übergeht¹⁷⁾. Der Col-de-Riedmatten oder Pas-de-l'Evêque führt von St. Barthélemy im Arolla-Thale zum Durand-Gletscher herüber. Man steigt von St. Barthélemy südwestwärts zur Arolla-Alp hinauf. Der Fels geht selten zu Tage; die wenigen Entblössungen zeigen glimmerige Schiefer und dolomitischen Kalkstein¹⁸⁾, welcher dicht und gelblich oder grau ist¹⁹⁾. In der Höhe müssen aber auch schiefrige chloritreiche Gesteine, zum Theil von gneuss- oder granitähnlichem Ansehen, vorhanden sein, denn sie finden sich in den Haufen der herabgestürzten Trümmer²⁰⁾. Nahe unter der Passhöhe bestehen die Trümmer, welche von den höchsten Spitzen herabgestürzt sind, aus glimmer-, chlorit- und talkhaltigen Quarz- und Kalkschiefern, hie und da reinem weissen Quarz und eben solchem Marmor. Die Felsen zu beiden Seiten des Passes, nordwärts in der Kette der Pointes-rouges, südwärts bis zum Pigno-de-l'Arolla, sind sehr grosse Massen jener dolomitischen Kalkgesteine, in die schiefrigen Felsarten eingelagert, deren Schichten, wie sich dies auf dem Col-de-Riedmatten beobachten lässt, von Nordnordost gen Südsüdwest streichen²¹⁾. Der nördlich den Pass beherrschende Gebirgskamm besteht aus schwarzem Schiefer und gelblichem Dolomite, verwachsen mit weissem Marmor und dunkelgrauem körnigen Kalkstein. Auf dem

¹⁶⁾ Ebendas. a. a. O. p. 369. 370.

¹⁷⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 61.

¹⁸⁾ Studer: Geologie, I, p. 369.

¹⁹⁾ Fröbel a. a. O. p. 69.

²⁰⁾ Derselbe a. a. O.

²¹⁾ Derselbe a. a. O.

schmalen, gegen Westen schroff abgestürzten Felsenpasse selbst herrscht horizontal liegender „grüner Schiefer“, und von Süden her stossen an denselben Felsen eines granitähnlichen Gesteins, welches aber auch nur als eine Varietät des grünen Schiefers erscheint, in welcher der Glimmer durch Epidot, den häufigen Begleiter der grünen Schiefer, ersetzt ist. Dieser „Granit“ ist es, der die rechtseitige Gandecke des Durand-Gletschers bildet²²⁾.

Wenig südlich vom Col-de-Riedmatten läuft, am Fusse des Mont-russo oder Mont-rouge, ein anderer Pass, der Pas-des-chevreaux. Dieser kehrt gegen Westen eine 50 Fuss hohe Felswand von Serpentin-schiefer²³⁾.

Die Gebirge südlich vom Pigno-de-l'Arolla sind noch nicht näher bekannt. Das Profil führt in's Val-Pellina. Bemerkenswerth ist das auf guten Karten so deutlich sich darstellende nordostwärts gerichtete Fallen in den Bergstöcken des Pigno-de-l'Arolla und des Mont-Gelée, welche einen Bogen bilden, der nach Westen und Süden auswärts die Schichtenköpfe, einwärts dagegen die Schichtenflächen kehrt, am südöstlichen Flügel fast rein gegen Nord, am nordwestlichen Flügel fast rein gegen Ost. Überhaupt zeigt die Anordnung und Form der ganzen Bergkette, welche das Barma-Thal im Westen beherrscht, dass die geotektonischen Verhältnisse hier einen Wendepunkt erreicht haben. Es bildet diese Kette von der Bec-des-Estagnes, Meribo gegenüber, bis zum Mont-Collon das wahre Gegenstück zu der Kette des Fletschhornes und des Weissmies, mit deren Gipfelreihe sie auch parallel geht.

14. Das Gebirge zwischen dem Borgne- und Prinze-Thale und im Fava-Thale.

Die Lagerungsverhältnisse von Bremis und Chandoline erstrecken sich, bei dem regelmässigen Fortstreichen der Schichten gegen Südwesten, auch durch das Gebirge, aus welchem in tiefer, enger Thalschlucht die Prinze hervorbricht, die, vom Bec-des-Estagnes und dessen Nachbargipfeln

²²⁾ Studer: Geologie, I, p. 369.

²³⁾ Mittheilungen der Naturf. Gesellsch. in Zürich, II, p. 71.

entspringend, ein kurzes, der unteren Borgne paralleles Thal durchläuft. Das Durchstreichen der Kalk- und Gyps-Massen verräth sich unterhalb Sitten am linken Gehänge des Rhodan-Thales mehrfach durch Kalktuff-Lager mit Blättern und Landschnecken und inkrustirende Wasserfälle, welche daselbst vorkommen²⁴⁾. Die Ausgangsöffnung der Prinze ist eine Schlucht, ähnlich dem Ausgange der Navisanche, vom Rhodan-Thale noch weniger bemerkbar, als dieser. Nendaz (1018 M. ü. M.), das erste Dorf im Thale, liegt schon hoch auf dem Gebirge, wie dort Nioüe²⁵⁾. Das Flüsschen hat sich seinen Lauf tief eingesägt in das mächtige System der anthrazitführenden Schichten, welche ihm, so zu sagen, den Ausgang verriegeln²⁶⁾. Bei Apre an der Mündung der Prinze geht ein Anthrazit-Lager ganz unten an den Felsen der linken Thalecke zu Tage aus. Es streicht von Nordost gen Südwest (hora 4—5) und fällt unter 45° gegen Südost. Das Liegende dieses Anthrazites kommt nicht hier, wohl aber etwas weiter westlich bei einem alten Bergbau zum Vorscheine. Es sind zu unterst schwarze, splinterige Schiefer, welche mit dunkelgrauen, kalkigen Schiefern wechseln, in denen weissliche Glimmer- und Quarz-Schnüre auftreten. Im Hangenden des Anthrazites lagern mürbe, sandige, schwarzgraue Schiefer. — Die Prinze macht bei ihrem Austritte aus dem Gebirge einen ansehnlichen Wasserfall. Dabei hat sie ihr rechtes Ufer stärker angegriffen, als das linke, und an ersterem eine steile Wand gebildet. An dieser kommen zwei Anthrazit-Lager zum Vorscheine, das eine theils im Niveau des Flusses, theils unmittelbar über demselben, das andere in 100 bis 200 Fuss Höhe. Beide steigen gegen Südwesten an und scheinen, nach den wenigen Beobachtungen, die über das Streichen und Fallen gemacht werden können, eine Mulde zu bilden, welche ungefähr von Nordost gen Südwest (hora 3) streicht und sich gegen Südwesten aushebt²⁷⁾. Die Mulde selbst hat aber in sich wieder

²⁴⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 106.

²⁵⁾ Derselbe a. a. O. p. 110.

²⁶⁾ Derselbe a. a. O. p. 106.

²⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 107.

mehrere Faltungen; denn die Schieferschichten, welche man an der rechten Thalwand beobachten kann, haben keineswegs ein gleichförmiges Streichen. Man sieht sie vielfach gewunden und verdrückt, so dass auch die Anthrazit-Massen nirgend in zusammenhangenden und gleichmässigen Flötzen zu finden sind. Dagegen sieht man in den kleinen Sekundärmulden, die sich auf diese Weise gebildet haben, den Anthrazit in etwas grösserer Menge angehäuft, und an diesen Stellen allein hat man den Abbau bisher versucht. Die Nebensättel und Nebenmulden entsprechen sich jedoch nicht in den verschiedenen Flötzen, und nur das gemeinschaftliche Streichen und Fallen im Grossen verknüpft sie unter einander. Es sind bis jetzt drei Flötze beobachtet, zwei am rechten und eins am linken Ufer; doch könnte das letztere vielleicht auch mit dem tieferen der rechten Seite zusammenfallen²⁸⁾. Offenbar seien — so ist Girard's Ansicht — die Anthrazit-Massen stellenweise durch Zusammenschiebung von den Seiten angehäuft worden²⁹⁾; allein der Mechanismus einer derartigen Zusammenschiebung zwischen den fest auf einander gepressten Steinschichten, welche sie umschliessen, möchte kaum vorstellbar sein. Dagegen bietet die entgegengesetzte Annahme einer Streckung der umgebenden Schichten wohl eine grössere Wahrscheinlichkeit und eine nicht uninteressante Analogie mit den auseinandergezerrten Belemniten (Seite 25) dar. — Der Anthrazit an der Prinze ist erdig, dunkel eisenschwarz und metallisch glänzend; er hat in mancher Beziehung mehr Ähnlichkeit mit Graphit, als mit Steinkohle. Seine ganze Masse ist durchsetzt von Spiegelflächen, ja, jeder Brocken ist stellenweise ganz von solchen umgeben; vielleicht sind dieselben durch die Verschiebungen und Rutschungen in seiner Masse entstanden, die fast ganz aus blossen Brocken, bald kleineren, bald grösseren, zu bestehen scheint. Das stimmt vollkommen zu der Annahme, dass er durch Verdrückung eines wenig mächtigen Flötzes — sei es, wie Girard will, durch Zusammenschiebung des Anthrazites, oder sei es, wie es mir wahrscheinlicher ist, durch Dilatation der umgebenden Schichten —

²⁸⁾ Girard a. a. O. p. 107. 108.

²⁹⁾ Derselbe a. a. O. p. 108.

seine jetzige stellenweise angehäuften Lagerung erlangt habe. Mitten in diesen Ansammlungen oder an der Gränze gegen das Hangende kommen auch hier, jedoch nur in dem unteren Flötze, die gelbgrünen, linsenförmigen Massen von Sphärosiderit vor, welche von Pyrit und Quarzschnüren durchzogen sind. Unmittelbar darüber folgen schwarze Schiefer, die in ungefähr 30 Fuss Höhe über dem unteren Flötze eine kalkige Bank enthalten, welche mit „Sand“ und weissen Glimmerblättchen erfüllt ist. Diese Lage ist sehr fest und streicht an einer Stelle von Nord gen Süd (hora 12) bei einem ostwärts gerichteten Fallen unter 25° . Das obere Anthrazit-Lager befindet sich gänzlich in schwarzen, etwas mürben Anthrazit-Schiefern. Trotz jener lokalen Abweichungen im Streichen und Fallen der einzelnen Theile des Schichtensystems bleibt doch das Fallen im Allgemeinen ostwärts gerichtet³⁰⁾.

Auch der Kalk, welcher in der Mitte zwischen den Mündungen des Borgne- und des Prinze-Thales das Niveau des Rhodan berührt, ist am Ausgange der Prinze vorhanden; doch liegt er hier schon wieder höher³¹⁾. Viele Stellen der Felswände an der Prinze sind mit Kalksinter bedeckt und 400 bis 500 Fuss über dem Wasserfalle erkennt man das Anstehen des Kalkes deutlich. Unter den Geröllen, mit welchen die Prinze einen Theil ihrer Mündung bedeckt hat, liegen grosse Blöcke schwarzen Kalksteins mit weissen Kalkspath-Adern und Brocken von Kalk, Gyps und Rauchwacke³²⁾. Bei Nendaz treten beträchtliche Gyps-Massen zu Tage³³⁾, und eine Salzquelle³⁴⁾ bezieht vermuthlich aus diesen ihre Nahrung. Dass auch Quarzite oberhalb des Kalkes durchstreichen, ist kaum zweifelhaft, da ihre Fortsetzung noch weiter westlich angetroffen wird³⁵⁾. — Auch in den übrigen Schichtensystemen scheint der Kamm zwischen dem Borgne- und Prinze-Thale gänzlich mit dem Kamme

³⁰⁾ Girard a. a. O. p. 109.

³¹⁾ Derselbe a. a. O. p. 106.

³²⁾ Derselbe a. a. O. p. 109. 110.

³³⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 139. — Studer: Geolog. Karte der Schweiz.

³⁴⁾ Neujaarsblatt d. Naturf. Gesellsch. in Zürich. 1855. p. 16.

³⁵⁾ Girard a. a. O. p. 55.

zwischen dem Einfisch- und Borgne-Thale, sowie dem zwischen dem Turtman- und Einfisch-Thale übereinzustimmen und zu korrespondiren. Auf seiner Erstreckung gegen Süden treten, wie dort, Quarzit-Massen auf³⁶⁾. Von Marche im Heremence-Thale führt, etwa in der Streichungslinie des Pas-de-Lona (Seite 210), ein nicht sehr hoher Pass, der Col-d'Orsera (2254 M.ü.M.), über diesen Kamm nach der Montagne-nouvelle-de-Nendaz im Prinze-Thale³⁷⁾. Von den dort herrschenden Felsarten ist jedoch nichts Näheres bekannt. In der Nähe des Passes finden sich Erze, Kupferkies und Buntkupfererz mit Fahlerz in Gängen von Dolomitspath und Quarz³⁸⁾. Weiter südlich deckt der grosse Gletscher von Prazfleuri, aus welchem die Prinze entspringt, das Gebirge und gestattet keinen Übergang bis oberhalb Barma, von wo man aber nicht mehr in das Prinze-Thal, sondern unmittelbar in das Bagnes-Thal gelangt. Von der oberen Alphütte von Barma, welche in einem weiten und unebenen Kessel hoch am linken Thalgehänge des Barma-Thales gelegen und von Trümmerhalden schwarzer Schiefer, von Schneelehnen und Gletschern umgeben ist, steigt man südwestwärts hinauf zum Eculaï-Gletscher durch das Steingetrümm, welches dieser vor sich herschiebt. An dem oberen Ende dieses Gletschers, hinter seinem Schrunde, erhebt sich ein zerfallenes Felsriff von Chloritschiefer und chloritischem Quarze. Über dieses führt der Pass des Col-du-Crêt, ein schmaler, kaum eingeschnittener Felsgrat, der sich gegen Süden an den Mont-Pleureur — den „Greiner“ — anschliesst. Über eine lange Schneelehne gelangt man abwärts auf einen terrassenartigen, ganz flachen Boden, den auf seiner Süd- und Westseite ein Wall von Felsblöcken und Gebirgsschutt, eine alte Gandecke, umschliesst. Nur wenig unterhalb dieses Gletscherbodens steht die Alphütte Le-Crêt, noch mehr als 1000 Meter über der Thalfläche von Bagnes³⁹⁾. Nach der geologischen Karte

³⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 415.

³⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 372.

³⁸⁾ J. Fröbel: Reise in die Pennin. Alpen, p. 43.

³⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 372.

soll Kalk den Mont-Pleureur bilden und ein Quarzit-Lager nördlich neben diesem anstehen. — Die Gipfel über der Liapey-Alp im oberen Barma-Thale, die Felsreihe der Becca-de-Motet oder Motette besteht aus schwarzen Schiefern. Der weiter südlich im Hintergrunde des Durand-Gletschers hervorragende Mantet oder Montblanc-de-Cheilon scheint dagegen, nach der Farbe seiner Schutthalden, aus „grünen Schiefern“ oder Chloritgneuss zu bestehen ⁴⁰⁾. —

Das Anthrazit-Lager der Prinze-Schlucht zeigt sich auch unterhalb Haute-Nendaz gegen Fey, und ebenso auf beiden Seiten des Fava-Baches ⁴¹⁾. Das Fallen der Schichten ist von Bremis her durchschnittlich ostsüdöstlich (S₇₀O) ⁴²⁾ und bleibt so im ganzen Gebirge bis gegen Martinach. Oberhalb Isérable, welches bereits auf der Höhe über der rechten Seite des Fava-Baches liegt, in so steiler Lage, dass, wie der Volkswitz behauptet, die Hühner daselbst müssen beschlagen werden ⁴³⁾, wird Gyps, welcher am Fusse der Dent-de-Nendaz ansteht, aus dem Rhodan-Thale her sichtbar ⁴⁴⁾.

15. Das rechte Gehänge des Rhodan-Thales von der Dent-de-Morcles bis Saillon und Fouilly. Das Rhodan-Thal von Riddes bis Miéville.

Betreten wir noch einmal die rechte Seite des Rhodan-Thales, den südlichen Abhang der Dent-de-Morcles. Im Allgemeinen zwar bedeckt diesen Abhang bis oberhalb Saillon und Mazembre noch immer das Kalkgebirge, welches wir vom Lötsch-Thale, der Bach-Alp und dem Dala-Thale bis hierher als ununterbrochene Decke verfolgt haben. Die Schichten neigen sich gegen Ostsüdost und die schroffen Abstürze der Schichtenköpfe sehen gegen Westnordwest oder rein gegen West ⁴⁵⁾. Jedoch erstrecken sich nicht

⁴⁰⁾ Studer a. a. O. p. 369. 370.

⁴¹⁾ Ebendas. p. 365.

⁴²⁾ Durch Druckfehler steht bei Studer: Geologie I, p. 365: N₇₀O.

⁴³⁾ Girard a. a. O. p. 110.

⁴⁴⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 139.

⁴⁵⁾ Studer: Lehrb. d. phys. Geogr. II, p. 204.

alle Etagen dieses mit Schieferlagen abwechselnden Kalksystemes bis hierher, sondern von Sitten bis Saillon sieht man die schroff abgebrochenen Schichtenköpfe von mindestens vier Etagen hinter einander von der Höhe der Berner-Alpen zum Rhodan-Thale herablaufen. Dieses Verhältniss ist so deutlich ausgeprägt, dass man es auf jeder guten Karte sogleich erkennt, und Studer bezeichnet dasselbe als eine in mehreren konzentrischen Erhebungen sich darstellende konische Stratifikation der Umwallung des Fusses der Dent-de-Morcles und der in diesem vorhandenen Gesteine, welche derselbe als eine „krystallinische Zentralmasse“ ansieht. Ein besonders ausgezeichneter Abbruch stellt sich dar als östliches Gehänge des Chamoson-Thales, wo die Schichten der vom Fusse des Grand-Moeuveran gegen Ardon sich herabziehenden und in der Höhe den Haut-de-Cry tragenden Kette plötzlich sich ausheben. Westlich von Saillon aber ist auch die tiefste Staffel des Kalkgebirges plötzlich abgeschnitten. Als eine ungeheure Tafel zieht sie sich gegen Westen hinauf, an den Fuss der Dent-de-Morcles angelehnt, bis zur Grande-Garde, in welcher sie plötzlich endigt. Sie lagert hier unmittelbar auf krystallinischen Silikatgesteinen, ähnlich denjenigen, welche im Lötsch-Thale sich unter dem Kalkgebirge verbergen. Die tiefste Staffel des Kalkgebirges besteht hier aus Rauchwacke und Dolomit, von schiefrigem, schwarzem Kalkstein überlagert.

Unweit Saillon entspringt aus der Rauchwacke eine alkalische, eisenhaltige Therme von 28° C., das Eisenwasser genannt. Ihr Abfluss mischt sich dem Wasser des Sallente-Baches bei, welches unterhalb Saillon in den Rhodan fällt. Dieses Wasser, von altem Rufe wegen seiner Heilkraft in Hautkrankheiten⁴⁶⁾, ist ausgezeichnet durch einen Jodgehalt — $\frac{1}{3}$ mgr im Litre —, welcher auch im Wasser der Sallente unterhalb des Zusammenflusses noch zu spüren ist, indem er $\frac{1}{100}$ mgr im Litre beträgt⁴⁷⁾. Nach der Schich-

⁴⁶⁾ „Est et alius quidam fons in Veragris prope destructum oppidum Schellon tepidus, qui scabiem sanat.“ — Collinus: de Sedunorum Thermis, in Jos. Simleri Vallesiae descr. 1574. fol. 149 b.

⁴⁷⁾ Neujaarsblatt d. Naturf. Gesellsch. in Zürich. 1855. p. 21. 28.

tenlage muss die Therme von Saillon aus der Walliser-Mulde aufsteigen, wie die vom Brieger- und Leuker-Bad. Die Entblössung der tieferen Schichten gestattet derselben hier den Ausfluss.

Der ganze Abhang westlich von Mazembre bis zur Felsecke von Folaterra, Martinach gegenüber, und hinauf bis gegen die Fouilly-Alp besteht aus Silikatgesteinen, deren Schichten zwischen Saillon und Mazembre unter dem aufgelagerten Kalkgebirge in völlig konformer Lagerung der Straten hervortreten, aber westwärts und aufwärts immer steiler und steiler sich unter denselben hervorziehen, bis sie endlich, Martinach gegenüber, fast vertikal stehen. Jener ganze Abhang erscheint daher in einer ungewöhnlichen Einfachheit mit ununterbrochen ansteigender Fläche, ohne irgend welche vorspringende Felsgestalten⁴⁸⁾. Die Gesteine, welche denselben bilden, werden zwar wohl kurzweg als Gneuss bezeichnet, aber sie zeigen eine nicht geringe Mannigfaltigkeit und sind theils Schiefer, den „grünen Schiefer“ des Lötsch-Thales und den „Thonschiefern“ am Fusse der Gemmi im höchsten Grade ähnlich, theils Konglomerate oder Puddingsteine, theils reine dichte Feldspath-Masse und schiefriger Felsit, welcher mit Kalkschiefer durch die allmähligsten Übergänge verknüpft ist. Saussure⁴⁹⁾ hob die Ähnlichkeit dieser Gebilde mit denjenigen hervor, welche in den Hügeln von Sitten auftreten; das Feldspathgestein bezeichnete er als Porphyrschiefer. Gneuss, Thonschiefer und Konglomerate stehen überhaupt in dem ganzen Profile, welches der Rhodan von hier bis gegen St. Moritz durchschneidet, in so innigen Beziehungen zu einander, dass sie ein unzertrennbares Ganzes bilden und daher längst der Hypothese des — freilich plutonisch gedachten — Metamorphismus als Beweisquelle haben dienen müssen⁵⁰⁾. Ja, an der, ihrer herrlichen Aussicht wegen berühmten Felsecke von Folaterra bei Branson und Fouilly ist die Felsart ein beinahe nur aus feinkörnigem, weissem Feldspathe

⁴⁸⁾ Girard: Geologische Wanderungen, I, p. 112.

⁴⁹⁾ Voyages, IV, p. 327, §. 2119.

⁵⁰⁾ Studer: Lehrb. d. phys. Geogr. II, p. 151. 204. 205.

bestehender Granit, mit wenigem dunkelfarbigen Glimmer, fast ohne Quarz, dagegen mit einer dunkel graulich-grünen, steatitähnlichen Substanz, die zuweilen in rundlichen Säulen vorkommt und Pinit zu sein scheint⁵¹⁾. Die Schichten dieser Gesteine fallen steil dem Wasserlaufe des Rhodan entgegen, soweit dieser Strom in seiner bisherigen Richtung gegen Südwesten verharret. Sie streichen daher allmählig gegen das Thal aus, vom Hangenden zum Liegenden später und später, und jenseit setzen sie auf der linken Thalseite fort oder nehmen sich wieder auf. Von seiner plötzlichen Wendung bei Martinach bis gegen St. Moritz durchschneidet der Rhodan die Schichten so ziemlich, wenn gleich nicht ganz normal, im Profile. Von Folaterra bis zu den Bädern von Lavey stehen dieselben vertikal hinter einander und bezeichnen die Gränze der Walliser-Mulde so scharf, dass wir nicht veranlasst werden, ihnen über dieselbe hinaus zu folgen.

Steigt man über Fouilly zur Fouilly-Alp hinauf, so findet man den ganzen gegen Südwesten auslaufenden Grat, über welchen der Col-de-Fouilly zur Alesse-Alp hinüberführt, von der Pointe-de-Fouilly ab, aus Schichten von Gesteinen gebildet, welche Leopold v. Buch als Thonschiefer, Grauwacke und sehr glimmerreiche Grauwackenschiefer bezeichnete, und mit welchen hin und wieder schwarzer oder dunkelgrauer Kalkstein in dünnen Schichten abwechselt. Am Col-de-Fouilly wechseln mit dem Thonschiefer Schichten vom Puddingstein, welcher ein Konglomerat aus Quarz-, Granit- und Kalkstein-Brocken ist, und Schichten von feinkörniger „Grauwacke“, welche vorherrscht und welche Thonschiefer-Brocken neben weissen Feldspath-Krystallen enthält⁵²⁾. Diese sämtlichen Schichten fallen gegen Nordwest und liegen also nicht konform mit den Schichten des Abhangs gegen die Walliser-Mulde. Aber über denselben, auf einem sandsteinartigen Konglomerate mit Quarz- und Feldspath-Körnern, welches Studer als Arkose bezeichnen möchte, lagert konform die kavernöse Rauchwacke mit grotesken, wild zerschluchteten Felsen, deren

⁵¹⁾ Studer: Geologie, I, p. 162.

⁵²⁾ Leop. v. Buch in Leonhard's Taschenbuch. 1812. p. 335—342.

Aussenflächen braunroth oder ziegelroth gefärbt sind. Die Rauchwacke geht nach oben in schiefrigen, schwarzen Kalkstein über. Es ist offenbar die Fortsetzung jener Massen, welche über Saillon abgebrochen sind, ein Fragment von einem Schichtengewölbe, welches sich hier über das Gebirge hinüberziehen würde. Dieselben Massen lagern auch, unter dem Grunde der Fouilly-Alp gegen Osten fortsetzend, ohne Zweifel in der Basis der von Südwest gen Nordost gerichteten und an den Fuss der Dent-de-Morcles sich anschliessenden Kette der Grandes-Fenêtres und des Grand-Chavald an, welche die Fouilly-Alp im Osten begränzt und den Abstürzen der Grande-Garde gegenübersteht. An der Südwest-Ecke der Fouilly-Alp legen sich auf die Kalkschiefer-Massen, welche nordwestwärts zur Alesse-Alp fortsetzen, die Schichten des Anthrazit-Systems, schwarze oder grünlich- oder bräunlich-graue Sandsteine und rauhe „Thonschiefer“⁵³⁾, welche oberhalb Collonge ein bebautes Anthrazit-Lager umschliessen⁵⁴⁾. Diese Anthrazitschiefer bilden auch den westlichen Kamm der Frêtede-Béron, auf welcher sie in einem viel höheren Niveau bleiben, als auf den Alpen von Alesse und Collonge, indem die unterteufenden Arkose-, Thonschiefer- und Konglomerat-Massen in dem Felsenkamme der Gorges über jenen Alpen sich erheben — ein Verhältniss, welches offenbar in grosser Unregelmässigkeit der Hebung oder Senkung der Schichten seinen Grund hat. Ostwärts von der Frêtede-Béron bilden die Anthrazit-Schiefer, horizontal gelagert oder nordwärts geneigt, den Grund der ganzen Fouilly-Alp und streichen in die Kette des Grand-Chavald hinein, mit welcher sie ostwärts ebenfalls, wie die Kalkschiefer und die Rauchwacke, auf denen sie ruhen, der Grande-Garde gegenüber abbrechen⁵⁵⁾. Auf dem Abhange gegen Saillon sollte ihre Fortsetzung über der Rauchwacke und den Kalkschiefern lagern, doch scheinen sie hier überall zerstört zu sein. Erst jenseit des Rhodan,

⁵³⁾ Studer: Geologie, I, p. 363.

⁵⁴⁾ Eidgenöss. Karte.

⁵⁵⁾ Studer a. a. O. p. 363.

bei der Mündung der Prinze und des Fava-Baches, erscheinen sie wieder. — Im Grate der Frête-de-Béron bleiben die Anthrazit-Schiefer unbedeckt; dagegen an der Ostseite der Fouilly-Alp erheben sich über ihnen neue Rauchwacken-Massen, und im Hintergrunde der Alp schiessen die Gesteine des Anthrazit-Systems nordwärts geneigt gleichfalls unter der Rauchwacken-Wand der Citrambles ein, eines Ausläufers der ungeheuren Felsmauern der in Nordnordost über der Fouilly-Alp sich erhebenden Dent-de-Morcles. Hier folgt über dieser Rauchwacke nun erst die Hauptmasse des schiefrigen Kalksteins⁵⁶⁾, der also, nach seiner Lagerung über dem Anthrazit-Systeme, mit den Kalkschiefern des linken Gehänges des Rhodan-Thales, welche die Pontis-Kalke enthalten, zu parallelisiren ist. Rauchwacke und Kalkstein fallen hier oben gleichfalls gegen Norden, wenn auch nicht so stark, als der unter ihnen einschliessende Anthrazit-Sandstein⁵⁷⁾. Über ihnen lagern vielleicht auch hier Neocomien, Rudistenkalk, Gault, Sewerkalk, sicher aber beträchtliche Massen von Nummuliten-Gebilden, welche den Gipfel der Dent-de-Morcles bilden. Und diese Gebilde entsprechen somit ihrer Lagerung nach den Schichtenreihen, die in den südlichen Seitenthälern des Rhodan, muldenförmig und konform eingelagert, über den tief sich verbergenden älteren Schichten sich erheben, welche letzteren, den Lagerungsverhältnissen nach, auf dem Rücken des Piemontesischen Gränzwalles als ihre Grundlage wieder zu Tage kommen mögen. Wie sehr sich auch die Scheu vorgefasster und eingefleischter Theorien dagegen sträuben möge, wir müssen die „grauen“ und „grünen Schiefer“ und die Gneusse, welche im Innern der Walliser-Mulde in den höchsten Gipfeln emporragen, als Schichten der „jugendlichen“ Formationen anerkennen, welche, ihrer Altersreihenfolge nach, als das Hangende der belemnitenführenden jurassischen Schichten auftreten können; wir dürfen nicht erschrecken vor dem Schlusse, dass die Gneusse des Weissorns und der Mischabel-Hörner einer der jün-

⁵⁶⁾ Studer a. a. O. p. 363.

⁵⁷⁾ Ebendas. a. a. O. p. 363.

geren Lagerfolgen der „Kreideformation“ oder, wahrscheinlicher selbst, einer „Tertiärformation“ angehören.

Die Kalkmassen der Citrambles ziehen sich gegen Nordwesten am Gebirge hinab und erreichen im Querthale des Rhodan etwas oberhalb der Bäder von Lavey das Niveau des Flusses. Bei den Sennhütten von Erbignon (1666 M. ü. M.) auf der Nordseite des bald aus seinem oberen Tobel westwärts zum Rhodan hinabeilenden Jaman-Baches, schon beträchtlich weit ausserhalb des Jaman-Tobels, finden sich in den schwarzen Schiefern des Anthrazit-Systems, welche L. v. Buch⁵⁸⁾ als „Grauwackenschiefer“ bezeichnete, die schon 1811 ihm bekannten Abdrücke und Verkohlungen von Farrn: *Neuropteris Loshii* Br., *gigantea* Sternb., *tenuifolia* Schloth., *heterophylla* Br., *Soretii* Br., *alpina* Sternb., *Cyclopteris veniformis* Br., *Cycatheites polymorphus* Br.⁵⁹⁾, Spezien, welche der devonischen „Steinkohlenformation“ angehören, welche aber in der Tarentaise zwischen Schichten belemnitenführender Gesteine in so regelmässigen Lagerungsverhältnissen auftreten, dass es unmöglich scheint, ihnen ein entsprechend jugendliches Alter nicht zuzugestehen. Auch hier, wo man in dem Anthrazit-Systeme des Rhodan-Thales bei Bremis, Chandoline, an der Prinze- und Fava-Schlucht die gleiche Anthrazit-Formation unzweifelhaft im Hangenden jurassischer Schichtensysteme in regelmässigster Lagerung verfolgt, scheint es unmöglich, zu zweifeln, dass diese Farrn einer jüngeren Periode angehören, als die belemniten- und ammonitenführenden Schichten. Die Paläontologie widersetzt sich dieser Annahme. Aber die Paläontologie ist eine Erfahrungswissenschaft und ihre Theorien werden uns nicht blenden, wenn sie der unzweifelhaften Beobachtung widersprechen wollen. Es ist noch nicht so lange, dass Niemand hätte wagen dürfen, Orthoceratiten als Zeitgenossen der Belemniten und Ammoniten für möglich zu halten. Ich sah sie zuerst 1845 in Wien, dann zu Hallstadt, riesige Exemplare, mit ebenso gewaltigen

⁵⁸⁾ Leonhard's Taschenbuch. 1812. p. 335 — 342. Brief vom 11. Novbr. 1811.

⁵⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 364.

Ammoniten vereint, im rothen Kalke des Salzgebirges und habe hernach noch manch ungläubiges Ohr gefunden. Heutigen Tages zweifelt Niemand mehr. Die Paläontologie wird auch in Betreff der obigen Farrn-Spezien ihre Theorie zu modifiziren haben.

Die Farrn-Schiefer von Erbignon sind bedeckt von grobkörnigen „Sandsteinen“ oder Breschen, welche mit ihnen unter die drohenden Abstürze der gelben, löcherigen Rauchwacke-Felsen einschliessen, die als Grundlage des Kalkgebirges nach den Citrambles hinauf fortsetzen⁶⁰⁾.

In den weit höheren Kalkschichten dieses Gebirges zeigt sich noch die Feldspath-Bildung, ein Vorkommen, welches geeignet sein möchte, manches Räthsel lösen zu helfen. Am südlichen Fusse der Dent-de-Morcles, gegen den oberen Theil des Creux-de-Jaman, einer Schlucht, durch welche der Jaman-Bach sich aus dem hohen Jaman-Thale gegen Westen herabstürzt, liegen Blöcke von Kalkstein, welche von der Höhe der Citrambles herrühren. Diese sind nicht allein von Feldspath-Gängen — „Eurit“ — durchzogen, sondern von dünnen Adern desselben ganz durchwoben⁶¹⁾. Ist hier, wo über das Alter des betreffenden Kalksteins kein Zweifel bleiben kann, die Feldspath-Bildung nachweisbar, so möchte es schwer sein, im Innern der Walliser-Mulde in dem „metamorphischen“ Zustande der Gesteine einen Grund zur Bedenklichkeit gegen die Zugeständnisse zu finden, welche in Betreff des Alters derselben durch die Lagerungsverhältnisse so unabweisbar gefordert werden!

Das Rhodan-Thal besitzt von Riddes bis Martinach bereits den Charakter eines Querthales, indem es, wenn gleich in derselben Richtung fortgesetzt, in welcher es als isoklinales Längenthal längs dem inneren Rande der Walliser-Mulde eingegraben ist, allmählig das Streichen der Gebirgsschichten durchschneidet. Unter Leytron schon überströmt der Fluss die in der Höhe bis zur Fouilly-Alp sich hinaufziehenden, hier unten freilich unter dem Schutte des sumpfigen Thalgrundes verborgenen Kalk- und Rauchwacken-Mas-

⁶⁰⁾ Studer: Geologie, I, p. 364.

⁶¹⁾ Derselbe a. a. O. p. 164.

sen, welche am linken Thalgehänge bei Saxon bereits wieder hervorsteigen. Zwischen Saxon und Charraz treten die Schichten der krystallinischen Schiefer, welche an der rechten Thalseite den weiteren Abhang bilden, auch an der linken Thalseite auf; noch vor Martinach werden sie daselbst herrschend, und alle werden vom Rhodan durchschnitten, bevor derselbe sich nordwärts wendet. In diesem ganzen Ende seiner südwestlichen Erstreckung gleicht das Rhodan-Thal einem engen Kanale, dessen Wände beiderseits steil und ohne Unterbrechung fortsetzen. Auf der rechten Seite kommt bei Mazembre noch ein kleines Thälchen herab; die linke Thallwand aber steigt ganz ohne erhebliche Einschnitte bis zum Levron und bis zur Pierre-à-voie in die Höhe⁶²⁾. In diesem Theile des Rhodan-Thales stagniren die ausgedehntesten Sümpfe, die hier auf eine Länge von drei Stunden Weges eine Breite von einer guten halben Stunde mit braunem Geröhrig und dunkeln Erlengebüschen bedecken, zwischen denen das Vieh selbst im Sommer zwar weiden kann, aber nur eine elende Nahrung findet⁶³⁾.

Jenseit des Rhodan unterhalb Charraz bei Martinach und weiter auswärts nehmen sich die am rechten Thalgehänge austreichenden Schichten von Neuem auf und streichen gegen Südwesten fort. Schiefer verschiedener Art, Kalksteine, Gneuss und verwandte Felsarten treten in wechselnden Systemen und in der innigsten Verknüpfung auf, wie überall ringsherum am äusseren Rande der Walliser-Mulde. Weisser, grau geaderter, oft schieferartiger Kalkstein streicht bei Martinach in fast vertikalen, sehr steil ostwärts einschliessenden Schichten südwestwärts⁶⁴⁾. Im Schlosshügel von Labathia unterhalb Martinach stehen Schichten von schwarzem, im Anschlage klingendem Kalksteine ebenso, fast vertikal, steil gegen Osten geneigt. Dieser Kalkstein ist versteckt schiefbrig. Unter ihm, d. h. neben ihm in der Richtung vom Hangenden zum Liegenden, folgt grauer, nur schwach aufbrausender Dachschiefer, der bald in ein sehr festes und

⁶²⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 111. 112.

⁶³⁾ Ebendas. p. 104.

⁶⁴⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

hartes, hell-grünlichgraues, durchscheinendes Gestein übergeht, welches Saussure als „Feldspathschiefer“, Fournet als „Phonolithschiefer“ bezeichnete. Dieses Gestein steht gegenüber den letzten Häusern des Dorfes Bathia an. Nur wenig längs der Felswand gegen den Trient fortschreitend, glaubt man wahren Gneuss zu erkennen, aber die Felsart ist ein Gemenge von weissen Feldspath-Lamellen, welche ihrer Beschaffenheit nach mit dem vorhergehenden Feldspathschiefer übereinstimmen⁶⁵⁾. Quarz fehlt in diesem Gesteine, nur Feldspath bildet es, und was man für Glimmer halten möchte, das sind dünne Lagen von Feldspathschiefer, welche die weissen Feldspathkörner umschliessen⁶⁶⁾. Weisse Feldspath-Gänge — „Eurit“ — durchziehen diese Felsschichten in auffallender Menge. Theilweise enthält das Gestein bronzefarbigem oder schwarzen, sehr glänzenden Glimmer und nähert sich so einem Glimmerschiefer; in anderen Varietäten verschwindet die Schieferung und Blättrigkeit und es bildet sich so der Übergang zu Felsitporphyr. Immer aber treten zwischendurch wieder Schichten auf, welche den Dachschiefer von La-Bathia in's Gedächtniss zurückrufen. Auch Kalkstein tritt als Zwischenlager auf, aber er erscheint als weisser Marmor mit eingeschlossenem Idokrase. Diese Felsarten halten an bis $\frac{1}{4}$ Meile oberhalb der Pissevache. Hier folgen schwarze Konglomerate mit Glimmerzäment und festverbundenen, gerundeten oder eckigen Stückchen von Quarz, Glimmerschiefer, Granit; dann Dachschiefer, die als solche ausgebeutet werden, schwarze, glimmerige Sandsteine mit Nestern von Anthrazit. Über diese Felsarten stürzt der Wasserfall der Pissevache. Eine Anthrazitgrube ist auf der Höhe der linken Seite desselben eröffnet. Aber noch zunächst am Wasserfalle findet man auch wieder Lager von hellgrünem Feldspathschiefer mit Gängen von „Eurit“, und schon vor Miéville ist das Gestein ein sehr festes, krystallinisches Gemenge von Feldspath und Glimmer geworden, welches sich von Gneuss nur durch den

⁶⁵⁾ Studer: Geologie, I, p. 360.

⁶⁶⁾ Saussure: Voy. II, p. 488, §. 1047 ff.

Mangel an Quarz unterscheidet ⁶⁷⁾. Alle diese Schichten stehen vertikal. Wir verfolgen ihr Profil nicht weiter auswärts, denn schon haben wir den Rand der Walliser-Mulde vollständig überschritten.

16. Das linke Gehänge des Rhodan-Thales von Saxon bis Martinach; das Dranse-Thal von Martinach bis Sembranchier.

Wo die krystallinischen Schiefer zwischen Saxon und Charraz durch das Rhodan-Thal auf die linke Seite desselben hinüberstreichen, da bilden sie etwa eine halbe Stunde lang die Vorberge der Thalwand bis zu etwa 400 Fuss Höhe. Sie gleichen, in ihrer Beschaffenheit, hier ganz den „grünen Schiefern“ des Einfisch-Thales und man könnte sie als eine quarzreiche und sehr schiefrige Varietät von Protogyn bezeichnen ⁶⁸⁾. Ihre Schichten fallen hier unter 50° südostwärts ⁶⁹⁾. Bei Saxon legt sich auf dieses Gestein an einer Stelle deutlich Quarzit, an einer anderen dagegen, wie es scheint, unmittelbar Kalkstein. Der Quarzit, welcher südlich vom Badehause von Saxon hervorkommt, enthält viele Quarz-Gänge oder Lager, welche ungefähr der Schichtung parallel gehen, und scheint daneben auch kleine Krystalle von Dolomit zu enthalten. Unmittelbar auf denselben folgen hellgraue, krystallinische, dolomitische Kalksteine mit Stylolithen, welche von Nordnordwest gen Südsüdost (hora 11-12) streichen und unter 50° gen Ostnordost fallen. Auf der Ostseite desselben Hügels fällt derselbe Kalk, bei gleicher Streichungsrichtung, unter 35° ostwärts. Es stimmt dieses Streichen ungefähr mit der Gränze, in welcher die krystallinischen Schiefer durch das Rhodan-Thal setzen müssen, sowie mit der Richtung, in welcher hart neben dem Bade Saxon die Gesteinschichten auf einander folgen ⁷⁰⁾. Das Kalksystem beherbergt ein mindestens 30 Fuss mächtiges Lager von zel-

⁶⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 360. 361. 362.

⁶⁸⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 113.

⁶⁹⁾ Désor in den Actes de la société helvétique des sciences nat. à Porrentruy. 1853. p. 35.

⁷⁰⁾ Girard a. a. O. p. 113. 114.

liger Rauchwacke, in deren Zellen eine „kreidenartige“, orange- oder rosafarbige Substanz sich befindet, welche Jodkalium und Jodnatrium und zweifach-kohlensaures Kali und Natron enthält. Ungefähr auf der Streichungslinie dieser Rauchwacke entspringt die in neuerer Zeit erst berühmt gewordene Therme von Saxon. Die Rauchwacke lässt sich gegen Südwest beträchtlich weit verfolgen und ihr Jodgehalt scheint sehr verbreitet zu sein; denn noch in einer Entfernung von einer Viertelmeile und 500 Fuss höher im Gebirge hinauf ist er nachweisbar. Auf der Rauchwacke, welche nach allen Richtungen von weissen, oft bedeutend breiten Kalkspath-Adern durchzogen ist, lagert unmittelbar eine Bank von sehr festem Dolomite, welcher theils dicht, theils aber breschenartig ist⁷¹⁾ und somit in letzterer Varietät den Übergang vom Dolomit zur Rauchwacke (vgl. S. 67. 68.) darstellt. Bemerkenswertherweise scheint dieser Dolomit von Jod keine Spur zu enthalten. Über ihm folgen, immer in konformer Auflagerung, schiefrige Kalksteine in bedeutender Mächtigkeit⁷²⁾. Ein schwarzer Kalkschiefer streicht östlich vom Badehause von Saxon von Nord gen Süd und fällt ostwärts, und in einer weiter östlich gelegenen Wand streicht er von Nordnordost gen Südsüdwest (hora 2—2½) und fällt ostwärts unter 30° bis 40°⁷³⁾. Je höher im Gebirge hinauf, um so massiger und fester erscheinen die Kalke. Etwa 1000 Fuss hoch treten in diesen schiefrigen Kalksteinen Spuren von Anthrazit-Schiefen und von wirklichem Anthrazite auf⁷⁴⁾. Höher im Gebirge streicht der Kalk von den Pontis.

Wie man bei Möril und Naters, am östlichen Ende der Walliser-Mulde, die Gesteine des linken Rhodan-Ufers durch den Fluss zum rechten Ufer hinüberstreichen und so den Beweis der ununterbrochenen Auflagerung der am linken Ufer auftretenden Schichtensysteme auf die Schichten-

⁷¹⁾ Désor a. a. O.

⁷²⁾ Derselbe a. a. O.

⁷³⁾ Girard a. a. O. p. 114.

⁷⁴⁾ Désor a. a. O.

systeme des rechten Ufers liefern sieht, so beobachtet man das entsprechende Verhalten auch hier am westlichen Ende der Mulde. Nur blendende Theorieen können, die Einfachheit der Verhältnisse, welche so klar vor den Augen liegen, missachtend, zu einer Scheidung der Gesteine des rechten und des linken Thalgehanges bei Saillon und Saxon verführen. Die scharfe Trennung, welche Studer's geologische Karte, wie, mit Ausnahme einer kurzen Strecke, längs des ganzen Laufes des Rhodan von Brieg bis gegen Martinach, darstellt, zwischen „jurassischen Kalken“ und problematischen „grauen Schiefern“ und „Anthrazit-Schiefern“ ist ein reines Produkt der Theorie und geeignet, jedes Verständniss der obwaltenden Verhältnisse unmöglich zu machen. Drüben das Rauchwacken-Gebirge mit der jodhaltigen Therme von Saillon wird zu den „jurassischen Kalken“ gerechnet, hüben das Rauchwacken-Gebirge mit der jodhaltigen Therme von Saxon, in der ganzen Lagerung jenem entsprechend, wird den „grauen“ oder „Anthrazit-Schiefern“ einverleibt. Dieses Beispiel, dem hundert andere zur Seite stehen, beweist, dass die Geologie der Alpen zu einer erdichteten Schwierigkeit verschoben ist, aus welcher dieselbe nur durch Rückkehr zur einfachen Auffassung der Lagerungsverhältnisse wieder erlöst werden kann. So wie dieselbe bisher dargestellt zu werden pflegte, stand sie in dem Rufe, gewöhnlichen Menschenkindern, welche nichts mit sich brächten, als eine gründliche Kenntniss der Geognosie, wie sie auf Deutschlands Boden aus Werner's trefflicher Saat gewachsen, unüberwindliche Schwierigkeiten zu bereiten und nur der Sehergabe der hieroglyphenkundigen, subalpinisch-helvetischen Priester mit Hülfe der Verzichtung auf die Erfahrungen jener allzu verständlichen Geognosie den Hochgenuss der Eingeweihten darzubieten. Gönnen wir diesen Bevorzugten ihre Lieblingsspiele — aber für die Wissenschaft wird es erspriesslicher sein, auf dem festen Boden der Geognosie fortzubauen!

Die Therme von Saxon entspringt, nur etwa 500 Schritt südlich von der Landstrasse, in 1644 M. ü. M. und liefert in der Minute 420 bis 470, also im Mittel 445 Litres, somit in der Stunde 27000 Litres = 1000 Par. Kubikfuss

Wasser, gewöhnlich von $24^{\circ}.5$ bis $25^{\circ}.3$ C. ⁷⁵⁾. Schwankend ist der Gehalt dieses Wassers an Jodverbindungen, welche zu Zeiten fast völlig mangeln, zu anderen Zeiten dagegen in beispielloser Menge vorhanden sind. Diese Verschiedenheiten wechseln in sehr schnell folgenden Zeiträumen, besonders im Winter. Nach regnerischen Tagen nimmt der Jodgehalt zu. Das Gestein, aus welchem die Quelle entspringt, enthält nach der Analyse von Pyrame Morin ⁷⁶⁾:

Kohlensaure Kalkerde	=	61.87
„ „ Magnesia	=	8.42
„Sand“	=	0.35
Gebundene Kieselsäure	=	2.00
Thonerde	=	1.88
Eisenoxyd	=	0.78, davon 0.22 in schwarzen Körnchen.
Wasser	=	23.50
		98.80

nebst Spuren von Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure. Aus diesem Gesteine kann somit der Jodgehalt nicht entnommen sein. Dagegen besteht die oben erwähnte feinerdige, „kreidenartige“ Masse, welche die Zellen der benachbarten Rauchwacke füllt, aus kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Magnesia nebst etwas Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd und aus folgenden in heissem Wasser löslichen Substanzen. Aus 1000 Theilen der erdigen Masse löst heisses Wasser:

Jod	=	1.560
Chlor	=	0.015
Kalkerde	=	0.738
Magnesia	=	0.272
Natron	=	0.862

mit etwas Kali, ausserdem Spuren von Schwefelsäure ⁷⁷⁾. Hier ist also ein reicher Vorrath an Jod und es kann nur noch der Zweifel bleiben, ob die Therme ihren Jodgehalt aus dieser Rauchwacke beziehe, oder aber, ob dieser Jodvorrath in der Rauchwacke etwa von der Therme selbst herrühre. Letzteres Verhältniss ist jedoch aus mehreren Gründen sehr unwahrscheinlich.

⁷⁵⁾ Girard a. a. O. p. 125.

⁷⁶⁾ Erdmann u. Marchand: Journal f. prakt. Chemie, Bd. 58, p. 483.

⁷⁷⁾ Rivier und Fellenberg in Erdmann's u. Marchand's Journal f. prakt. Chemie, Bd. 59, p. 303.

Verschiedene Analysen des Wassers der Therme ergaben folgende Bestandtheile in 1000 Grammes oder 1 Liter Wassers ⁷⁸⁾:

	a	b	c	d	e	f
Kohlensäure . ==	0.037	unbest.	0.1480	0.2533	0.2418	0.242
Chlor . . . ==	0.005	0.0115	0.0098	0.0327	0.0114	0.011
Jod ==	—	0.0902	—	0.0015	0.0658	0.148
Schwefelsäure ==	0.258	0.1768	0.1600	0.1639	0.1655	0.175
Salpetersäure ==	Spur	—	Spur	—	—	—
Phosphorsäure ==	Spur	0.0060	Spur	Spur	Spur	—
Kieselsäure . ==	} 0.005	unbest.	0.0120	0.0095	Spur	—
Thonerde . . ==		Spur	0.0005	Spur	Spur	—
Magnesia . . ==	0.125	0.0533	0.0631	0.0534	0.0640	0.064
Kalkerde . . ==	0.018	0.1590	0.1535	0.1484	0.1495	0.149
Natron . . . ==	0.011	unbest.	0.0133	0.0344	0.0515	0.085
Kali ==	0.017	unbest.	0.0179	Spur	0.0193	0.024
Eisenoxyd . . ==	Spur	Spur	0.0005	Spur	Spur	—
Extraktivstoff ==	unbest.	—	0.0880	—	—	—

Nach einer Reihe von Beobachtungen von Pignant, Fellenberg und Rivier wechselt der Jodgehalt von 0.030 Gr. bis 0.150 Gr. im Liter, so dass also binnen 24 Stunden 20 bis 100 Kilogramme Jod durchschnittlich an die Oberfläche geführt werden.

Brauns hat nach seinen Analysen die Verbindungen, in welchen sich die obigen Bestandtheile in der Therme wahrscheinlich befinden, folgendermassen bestimmt:

Chlornatrium	== 0.0188
Jodnatrium	== 0.0777
Schwefelsaures Natron . . .	== 0.0582
„ Kali	== 0.0320
Schwefelsaure Magnesia . .	== 0.1788
Zweifach-kohlensaure Magnesia	== 0.0103
„ „ Kalkerde	== 0.3843
	0.7601

Die wechselnden Verhältnisse des Gehaltes an mehreren dieser Bestandtheile erklären sich wahrscheinlich dadurch, dass dieselben der Therme selber nicht angehören, sondern derselben zugeführt werden durch niedersteigende Quellen, welche letztere sie aus der Rauchwacke auslaugen.

⁷⁸⁾ Die Analyse a von Pyr. Morin 1844, b von Rivier und Fellenberg im August 1852, c von Pyr. Morin im Sept. 1852, d von Brauns im Decemb. 1852, e von demselben im Januar 1853, f von Heidepriem in Berlin im Jahre 1853. — Erdmann und Marchand: Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 58. 59.

Früher war die *Therme* an diesem Orte weit schwächer, noch 1847 war sie gering und scheint auch noch keinen Jodgehalt besessen zu haben. Erst später verstärkte sie sich, wahrscheinlich durch Eröffnung neuer Quellenwege im Innern des Gebirges. Besonders schreibt man dem Erdbeben vom 24. August 1851 einen Einfluss auf dieselbe zu. Ihr Wasserreichthum war 1852 vierfach so stark, als 1847. Auch scheint in jener Zeit das jodführende Wasser freieren Zutritt zu derselben gefunden zu haben ⁷⁹⁾.

Die *Therme* von *Saxon* kann, nach dem Schichtenbau des Gebirges, ihren Ursprung nur aus dem Innern der *Walliser-Mulde* nehmen. Ihre Armuth an schwefelsauren Salzen, im Vergleich zu den *Thermen* vom *Leuker-Bad*, beweist, dass in ihrem Gebiete die *Gyps-Lager* nicht so beträchtlich sind, wie im mittleren und östlichen Theile der *Mulde*. Die in ihr enthaltenen schwefelsauren Salze sind übrigens vermuthlich durch Wechselersetzung mit *Gyps* gebildet, insbesondere das Bittersalz durch Wechselersetzung von *Gyps* und kohlensaurer *Magnesia*. Die *Rauchwacke* in dieser Gebirgsgegend ist für eine frühere Existenz von *Gyps-Massen* ein vollgültiger Beweis; die Auslaugung der letzteren darf man wohl als die Ursache der lokalen Unregelmässigkeiten betrachten, welche die Lagerung der Gebirgsschichten in der Umgebung von *Saxon* wahrnehmen lässt. Die Chlor- und Jodverbindungen in der *Rauchwacke* scheinen selber auf *Steinsalz* hinzudeuten, welches mit dem *Gypse*, welchen es begleitete, aufgelöst und durch den *Dolomit* filtrirt ist, aus welchem sich die *Rauchwacke* bildete.

Die *Rauchwacke*, aus welcher die *Quelle* von *Saxon* entspringt, ist völlig durchwärmt. Erfahrungen über die Leichtigkeit, mit welcher in diesem Gesteine neue Quellen eröffnet und auch wieder geschlossen werden können, machen es sehr wahrscheinlich, dass Verzweigungen der *Therme* das Gestein in manchen Richtungen durchdringen und dasselbe erwärmen, wenn sie auch, in Folge dieser Wärmeabgabe und in Folge des Zudrangs kalter Tagewasser, nicht selber als *Therme* zum Ausflusse kommen. Es ist sehr möglich und wahrscheinlich,

⁷⁹⁾ Neujahrsblatt der Naturf. Gesellsch. in Zürich. 1855. p. 16. 17.

dass ausser den Thermen von Saxon und Saillon im Rhodan-Thale oder in dessen Nähe noch andere Thermen entspringen, ebenso wie wir weiter oben mehrere Spuren von solchen in der Gegend von Siders kennen gelernt haben. Man darf hier an die starke Therme von 38° C. erinnern, welche, hart am Rande der Walliser-Mulde, aber schon ausserhalb derselben und aus einem andern geotektonischen Bezirke entspringend, bis vor wenigen Jahren im Bette des Rhodan bei Lavvey sich verbarg, bis sie von einem Fischer entdeckt wurde. Somit ist es vielleicht nicht ungereimt, die wunderbare Gunst des Klima's im Rhodan-Thale — wo zwischen Leuk und Martinach eine höhere mittlere Jahrestemperatur herrscht, als in irgend einer Gegend der Erde unter gleicher Breite, und trotz der um 500 M. bis 600 M. ü. M. erhabenen Lage der Thalsole ⁸⁰⁾ — den verborgenen Thermalwassern zuzuschreiben, welche den Boden durchwärmen.

Nicht gar weit von Saxon gegen den Col-d'Etablion hinauf findet sich auch Gyps in der Streichungslinie des Gyps-Lagers, welches am Fusse der Dent-de-Nendaz oberhalb Isérable ansteht. Dasselbe ist der Fall bei Charaz unterhalb Saxon. Nahe vor Charaz verschwinden die krystallinischen Schiefer auf der linken Seite des Rhodan noch einmal unter dem Rauchwacken- und Kalkgebirge. Am Wege zwischen Saxon und Charaz tritt der Gyps auf. Er bildet die Decke eines Hügels, welchen zu Saussure's Zeit die nach dem Leuker-Bade thalaufwärts reisenden Kranken wegen eines gefährlichen engen Vorüberganges hart über dem Rhodan fürchteten ⁸¹⁾. Der Gyps, welcher ziemlich deutlich geschichtet ist, senkt sich südwärts unter Bänke dichten Kalksteins, welcher, von Nordost gen Südwest (hora 4—5) streichend, unter 30° gegen Süden fällt ⁸²⁾. Dieser Gyps erinnert, seiner Beschaffenheit nach, in hohem Grade an denjenigen vom Termen-Berge oberhalb Brieg; wie dort Talk, so überziehen hier oft dünne Lagen von Steatit

⁸⁰⁾ Girard a. a. O. p. 2.

⁸¹⁾ Saussure: Voy. IV, p. 327, §. 2119.

⁸²⁾ Lardy in Leonhard's Taschenbuch. 1819. p. 139.

die Schichten des Gesteins⁸³⁾. Auch kleine, breitgedrückte Massen und Plättchen dieser Substanz von apfelgrüner Farbe zeigen sich in diesem Gypse⁸⁴⁾. Dünne Schichten dichten Kalksteins wechseln mit den Gyps-Schichten⁸⁵⁾.

Nahe unterhalb Charaz tritt das krystallinische Schiefer-Gebirge wieder hervor. Die Kalk-Decke streicht gegen Südsüdwest hinüber in's Dranse-Thal, wo wir dasselbe nahe vor Sembranchier wieder antreffen werden. Kalkfelsen bilden die Pierre-à-voie (2458 M. ü. M.), den höchsten Gipfel zwischen dem Dranse-Thale und Saxon⁸⁶⁾.

Von Martinach im Dranse-Thale aufwärts wandernd, durchschneidet man nur Talkschiefer und gneussähnliche Gesteine, welche fast vertikal stehen, bald aber minder steil gegen Ostsüdost (S₆₀ O) fallen⁸⁷⁾. Der unterste Theil des Thales folgt dem Streichen der Schichten und ist somit ein isoklinales Längenthal, dessen Beschaffenheit nichts gemein hat mit dem in der Fortsetzung seiner Direction liegenden Querthale des Rhodan unterhalb Martinach. — In südostwärts fallenden Talkschiefern brechen auf der Höhe von Chemin zwischen dem Rhodan- und dem Dranse-Thale Lager von Magnetit. Die breite Hochfläche, auf welcher die Gruben liegen, in welchen dieses Erz ausgebeutet wird, ist ausgezeichnet durch eine weite Aussicht auf die Gebirge der Berner-, Waatländer- und Savoyer-Alpen. Sie bildet eine Vorstufe. In ihrem Hintergrunde gegen Südost erheben sich die von Charaz über diese Höhe herüberstreichen- den Kalkmassen, welche, konform den Schiefen aufgelagert, wie diese südostwärts einschiessen⁸⁸⁾. Wo eine halbe Stunde oberhalb Martinach das bis dahin von Nord gen Süd laufende Dranse-Thal die Richtung von West gen Ost annimmt und ein reines Querthal wird, in welchem der Weg einige Stunden weit in einer nur 26 Schritte breiten Schlucht,

⁸³⁾ Brochant in den Annales des mines. 1817. p. 273.

⁸⁴⁾ Brochant im Bulletin de la société philom. de Paris. 1816. p. 61. — Leonhard's Taschenbuch. 1817. p. 220.

⁸⁵⁾ Derselbe: Ann. des mines. 1817. p. 272.

⁸⁶⁾ Girard: Geolog. Wanderungen, I, p. 57.

⁸⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 169. 170.

⁸⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 175.

theilweise durch die in die Felsen gesprengte 200 Fuss lange Galérie-de-la-Monnaie, an der in tiefem Schlunde tosenden Dranse fortläuft, bestehen die Thalwände zu beiden Seiten des Flusses aus einem schiefrigen Gemenge von Quarz und Glimmer, dessen natürliche Felsplatten in der Architektur der Bewohner jener Gegend mancherlei unmittelbare Anwendung finden. Die am rechten Ufer der Dranse besonders vollkommen entblösten Schichten streichen von Nordnordost gegen Südsüdwest und stehen fast vertikal, wenig gegen Ost-südost geneigt⁸⁹⁾. Die von der Dranse bei der Brücke oberhalb Bovernier geschnittenen Felsen stehen im Allgemeinen vertikal und sind von zwei Absonderungssystemen durchzogen, von denen das eine auch vertikal, das andere dagegen horizontal läuft. Bei Bovernier wachsen in diesem Thale die letzten Reben. Weiter aufwärts führt der Weg eine Strecke weit durch herrliche Waldung. Die Gesteine bestehen hier überall aus dem schon erwähnten Quarz-Glimmerschiefer und grünem Feldspath-Gestein⁹⁰⁾. Gerade der Mündung des Val-de-Champsec gegenüber, welches westlich hinter dem Mont-Catogne sich herabzieht, stehen Schichten derselben Feldspathschiefer, welche bei La-Bathia auftreten⁹¹⁾. Der Mont-Catogne besteht aus den von der Hochfläche von Chemin gegen Südsüdwest fortstreichenden Schichten. Auf der Ostseite seiner Pyramide senkt sich das diesen Schiefern im Hangenden angelagerte Kalk-Gebirge als ein System ungeheurer Tafeln gegen Sembranchier und Orsières im Entremont-Thale hernieder; es ist die Fortsetzung der Kalk-Massen, welche über den Höhen von Chemin sich erheben⁹²⁾. Höchst interessant ist der Beobachtungspunkt etwa eine Viertelstunde unterhalb Sembranchier, woselbst die Glimmerschiefer- und Kalkstein-Schichten ihr Lagerungsprofil in ausgezeichnetster Deutlichkeit darstellen. Die Schlucht, in welcher die Dranse tobt, hat sie sämmtlich durchschnitten⁹³⁾. Die Schichten beider

⁸⁹⁾ Saussure: Voy. II, p. 478, §. 1028.

⁹⁰⁾ Derselbe a. a. O. p. 477, §. 1026.

⁹¹⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

⁹²⁾ Studer: Geologie, I, p. 171. 175.

⁹³⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

Ufer korrespondiren einander genau und sind unter 45° geneigt; aber ihr Streichen ist nicht ganz einförmig, sondern wendet sich, wie um ein gemeinsames Zentrum⁹⁴⁾. Dieses Zentrum ist der Stock des Mont-Catogne, welchen die Schichten des Kalk-Gebirges einigermaßen mantelförmig umlagern. Überall erblickt man auf der Südseite des Thales pyramidale Gipfel von Kalk, dessen Schichten, stark geneigt, sich gegen Westen an die Quarz-Glimmerschiefer-Massen anlehnen. Nördlich von Sembranchier sind die steil geneigten Kalkschichten so jäh von der Dranse abgerissen, dass ihre Felsmassen jeden Augenblick niederstürzen zu müssen scheinen⁹⁵⁾.

Die Art und Weise, in welcher sich hier das Kalk-Gebirge den Schichten der krystallinischen Schiefergesteine des Mont-Catogne auflagert, vergleicht Studer mit den völlig analogen Lagerungsverhältnissen analoger Gesteine bei Möril und Raron⁹⁶⁾. Die Übereinstimmung ist eine vollkommene. Auch führen diese Schiefer am Mont-Catogne am nördlichen Abhange Erze, wie im Lötsch- und Baltschieder-Thale, Kupferkiese und Bleiglanze in flussspathreichen Gängen, welche früher ausgebeutet worden sind. Doch stand der Bergbau schon zu Saussure's Zeiten still⁹⁷⁾. — Zu Sembranchier ist der Kalkfels dünnschiefrig; Farbe und Beschaffenheit wechseln vielfach. Man findet auch grauen grobkörnigen und blaulichen marmorartigen Kalk, zum Theil reich an silberweissem Glimmer⁹⁸⁾.

17. Das Bagnes-Thal; Val-Ollomont; Val-Pellina.

Bei Sembranchier treffen das Bagnes-Thal und das Entremont-Thal zusammen; der letztere Name wird auch wohl auf den unteren Theil des Dranse-Thales ausgedehnt. Wir folgen zunächst dem die unmittelbare Fort-

⁹⁴⁾ Saussure: Voy. II, p. 476, §. 1024.

⁹⁵⁾ Derselbe a. a. O.

⁹⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 177.

⁹⁷⁾ Bernoulli: Taschenbuch d. schweiz. Mineralogie, p. 215. — Gueymard: Minéralogie du Depart. du Simplon. — Leonhard's Taschenbuch. 1817. p. 253. — Studer: Geologie, I, p. 175.

⁹⁸⁾ Saussure: Voy. II, p. 472, §. 1019.

setzung des bisher durchschrittenen Querthales bildenden Val-de-Bagnes, dessen Name, Balnea Vallis, Vallée-des-Bains, von den ehemaligen berühmten Thermen herrührt, welche in diesem Thale sich befanden⁹⁹⁾, welche aber längst verschwunden und vermuthlich im Jahre 1595 durch den Ausbruch des Getroz-Gletscher-See's, welcher den Hauptort des Thales, Bagnes genannt, vernichtete, gleichzeitig verschüttet worden sind. Das acht Stunden lange Bagnes-Thal ist im Allgemeinen ein Querthal, welches sich daher an allen Stellen, wo besonders feste Gesteinschichten dasselbe durchstreichen, stark verengt, während es dagegen zwischen diesen Verengungen sich zu flachen und breiten Thalgründen erweitert¹⁾. Nur der untere Theil des Thales jedoch, bis oberhalb Chable, hat den Charakter eines reinen, das Streichen der Gebirgsschichten normal schneidenden Querthales; der obere Theil schneidet das Streichen der Schichten unter einem sehr scharfen Winkel und nähert sich der Streichungsrichtung so sehr, dass das Thal hier fast zum Längenthale wird. Das Querthal steigt rein von West gegen Ost, das obere Thal von Nordwest gegen Südost. Im unteren Thale bildet das Kalk-Gebirge beide Abhänge. Glimmrige, graue Kalkschiefer — „graue Schiefer“ — mit schwarzen Schieferen wechselnd, fallen unter 45° gegen Ostsüdost (S₆₀O) dem Laufe der Dranse entgegen. Bevor man den jetzigen Hauptort, Chable, erreicht, sieht man einen Steinbruch eröffnet, in welchem die festen Kalkschiefer-Tafeln zum Gebrauche als Dachplatten gebrochen werden. Die Tafelablosungen sind mit Glimmer bedeckt. Der reine schwarze Kalk wechselt mit Kalkbreschen²⁾, welche an die Gemmi erinnern. Das Fallen ist stets ostsüdostwärts (S₆₀O) gerichtet³⁾. Bei Chable befindet sich eine eisenhaltige Quelle, deren Beschaffenheit nicht näher untersucht ist. — Das Durchstreichen des Anthrazit-Systemes ist im Bagnes-Thale

⁹⁹⁾ Schinner: Description du Depart. du Simplon. Sitten 1812. p. 499.

¹⁾ Bericht über die Verhältnisse des Bagnethales im Cant. Wallis in Hinsicht der Sicherheitsmassnahmen gegen die Wirkungen des unteren Getrozgletschers. Zürich 1821. p. 4. 5.

²⁾ Studer: Geologie, I, p. 383. 384.

³⁾ Studer a. a. O. p. 384.

nicht bekannt. Oberhalb Chable, an der rechten Thalseite gegen den Col-d'Etablons zu, bei St. Christoph, Verbier und Changremont, sowie bei Sarray er treten Gyps-Massen auf⁴⁾), während oberhalb letzteren Ortes der Name des Mont-la-chaux wieder auf Kalk hindeutet. In der Nähe von Montet beginnen die Schiefer mehr den Charakter von Talk- oder Glimmerschiefern anzunehmen; doch bleiben sie immer sehr kalkreich und fallen oft in den Charakter glimmeriger oder talkiger Kalkschiefer zurück⁵⁾. Wo das Streichen der Schichten sich erkennen lässt, da wird es vom Thale zwar geschnitten, aber die Lagerung ist immer flacher, allmählig fast horizontal geworden⁶⁾. Oberhalb Brarays bezeichnet Studer's geologische Karte „grüne Schiefer“ und Hornblend-Gesteine, welche von Barma im Heremence-Thale hierher durchstreichen sollen. Vermuthlich fand im Gebiete dieser Schiefer der ehemalige Bergbau in diesem Thale statt. Es soll im Jahre 1490 ein Silber-, im Jahre 1760 ein Kobalt-Erzbau im Gange gewesen sein⁷⁾. Auch hier wurden die Kobalt-Erze von Nickel-Erzen begleitet, wie im Einfisch-Thale⁸⁾. — Bei der Brücke von Mauvoisin am Fusse des Mont-Pleureur streicht eine Kalk-Masse durch das Thal, durch welche die Dranse in einer fast 100 Fuss tiefen Felsenkluft sich durchwindet⁹⁾. Es ist dunkelgrauer, auch schwarzer und weisser, theils dichter, theils körniger Kalk, schiefrig und mit vielem Glimmer auf den Ablosungen¹⁰⁾. Derselbe setzt mit schwachem, nordwärts gerichtetem Fallen in den Mont-Pleureur über, dessen Körper bis zu einer beträchtlichen Höhe keine andere Felsart zeigt. Auch diese Kalk-Masse soll in's Heremence-Thal hinüberstreichen und südwärts vom Col-du-Crêt mit Quarzit in Verbindung stehen (Seite 240)¹¹⁾.

⁴⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen. — Studer: Geolog. Karte.

⁵⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

⁶⁾ Ebendas.

⁷⁾ Ebel: Anleitung, die Schweiz zu bereisen. Ausgabe 2. II, p. 90.

⁸⁾ Bernoulli: Taschenbuch d. schweiz. Mineralogie, p. 215. 217.

⁹⁾ Studer: Geologie, I, p. 384.

¹⁰⁾ Derselbe a. a. O. — Ebel: Msc. Reisenotizen.

¹¹⁾ Geolog. Karte.

Oberhalb der Brücke von Mauvoisin hangt hoch über einer Felswand der rechten Thalseite der Getroz-Gletscher, welcher vom Mont-Getroz durch ein Thal zwischen diesem Berge und dem Mont-Pleureur herabsteigt. Hier ereignet sich von Zeit zu Zeit ein beträchtlicher Absturz der Eismasse. Im Jahre 1818 ward in Folge dessen das Bagnes-Thal der Schauplatz eines furchtbaren Ereignisses. Von 1815 bis 1818 stürzten so beträchtliche Eislasten in das Thal herab, dass ein regenerirter Gletscherwall von 600 Fuss Höhe und 800 Fuss Dicke entstand, dessen Durchbrechung durch das Wasser des dahinter entstandenen, ungeheuer aufgestauten See's das ganze Thal bis Martinach hinab verwüstete. Ein gleiches Ereigniss war das schon oben erwähnte von 1595 (vergl. die Chronik). Vergeblich hatte man zuvor versucht, einen langsamen Abfluss des Wassers durch die Führung eines Kanals einzuleiten. Ehe dieser genügend vorgeschritten war, wich das Eis und der Bruch erfolgte ¹²⁾.

Bei den Hütten der Getroz-Alp streichen zu beiden Seiten des Thales, ziemlich hoch an den Gehängen, Lager von Serpentin und Topfstein durch das über dem Kalke von Mauvoisin, wie unter demselben, lagernde System taliger und glimmeriger Schiefer ¹³⁾. Die geologische Karte giebt am Mont-Getroz Serpentin an. Die Schichten erscheinen zu beiden Seiten des Thales fast horizontal, schwach nordwärts geneigt. Das Thal ist auf ihrem Streichen eingeschnitten und das wahre Fallen daher vermuthlich gegen Nordost gerichtet.

Ein Engpass führt aus dem flachen, ringsum von hohen Gebirgen umschlossenen Alboden von Torembe oder Torembe am Fusse des Mont-Getroz in das weite Zirkus-thal von Tzermontane oder Chermontane, wosich eine der grossartigsten Ansichten der Alpennatur entfaltet. Mont-Combin, Mont-Avril, Mont-Gelé beherrschen das Thal von Westen, der Grand-Otemma in Osten, eine zackige Felsreihe mit der Becca-de-Crête-sèche und Tourma-oder Trumma-des-Boucs schliesst den Hintergrund gegen

¹²⁾ S. den unter ¹⁾ angeführten Bericht.

¹³⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

Süden und blickt dort in's Piemontesische Val-Pellina hinab. Zwischen allen diesen Gebirgen hangen mächtige Gletscher nieder; der Durand-Gletscher ¹⁴⁾ von der linken Thal-seite, zwischen Mont-Combin und Mont-Avril herabsteigend, hat das Bett der Dranse im Thalgrunde überschritten. Zwischen Mont-Avril und Mont-Gelé kommt der Glacier-de-Fenêtres herab, über welchen der Col-de-Fenêtres nach Ollomont im Val-Pellina führt; zwischen Mont-Gelé und Tourma-des-Boucs der Glacier-d'Ayas ¹⁵⁾, über welchen der Crestasetz-Pass (Col-de-Crête-sêche) nach Biona in Val-Pellina leitet. Zwischen der Tourma-des-Boucs und dem Grand-Otemma aber liegt der Grand-Glacier-de-Chermontane, welcher, von Osten herabkommend, den Übergang zum Glacier-de-Vuibez möglich macht, einem Zuflusse des Arolla-Gletschers zwischen dem nördlichen Fusse des Mont-Collon und dem Pigno-d'Arolla. Der Glacier-de-Fenêtres, Glacier-d'Ayas und Glacier-de-Tourma-des-Boucs vereinigen sich mit dem grossen Tzermontane-Gletscher. Die Gandecken dieser Gletscher enthalten „graue“ und „grüne Schiefer“, Kalksteine, Serpentin und grobkörnigen Gabbro. Der Glacier-de-Brenay oder Brenagletscher, welcher nördlich neben dem Grand-Otemma westwärts herabhangt, bringt vorherrschend Arkesin-Granit vom Gebirge der Ostseite aus der Nachbarschaft des Pigno-d'Arolla herab. Der Grand-Otemma selbst enthält grünen Talkgneuss, welcher nach dem Hintergrunde zu immer mehr die schiefrige Struktur verliert und auf dem Col-de-Crête-sêche in einen schönen Granit mit blassrosenrothen Feldspath-Krystallen übergeht ¹⁶⁾. Aber oberhalb der Sennhütte Chanrion oder Champrien am Westabhange des Grand-Otemma befinden sich Serpentin- und Topfstein-Lager ¹⁷⁾, und das ganze gegen Chermont-

¹⁴⁾ Nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Gletscher im Hintergrunde des Barma-Thales oberhalb Heremence!

¹⁵⁾ Gleichnamig mit dem Gletscher im Hintergrunde des Val-d'Ayas am Südabhange des Breithorns, westlich vom Monte-Rosa.

¹⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 212.

¹⁷⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen.

tane gewandte Gehänge dieses Berges scheint nur aus „grauen“ und „grünen Schiefern“ zu bestehen¹⁸⁾, so dass also die Gneuss-Massen nur auf der Höhe und auf der Ostseite gegen den Pigno-d'Arolla zu liegen scheinen. — Der Glacier-Durand bringt von der Ostseite des Mont-Combini Blöcke weissen Marmors herab¹⁹⁾. Dieser und andere Gletscher des Tzermontane-Thales führen auch Blöcke von Granit, welche dem grünen Granite des Arolla-Gletschers (Seite 231) nahe verwandt sind²⁰⁾. — Die Kette des Mont-Avril auf der Nordseite des Col-de-Fenêtres besteht vorherrschend aus „grauen“ talkigen Schiefern mit Parteen von „grünen Schiefern“, die zuweilen in Serpentin-schiefer und massigen Serpentin übergehen. In der Höhe sieht man auch Kalk eingelagert. Aus ähnlichen Gesteinen und aus talkigem Gneuss besteht auch der Mont-Gelé, welcher die Südseite des Passes beherrscht. Das Fallen der Schichten im Hintergrunde von Tzermontane ist allgemein gegen Ostsüdost (S₆₀ O) gerichtet²¹⁾. Eine steile Stufe führt von den Ruinen der alten Schirmhütte, die früher auf der Höhe des Col-de-Fenêtres stand, über Schnee und Schutthalden abwärts auf die Weidgehänge der Balma-Alp. Auch hier herrscht im Thalgrunde und auf beiden Seiten südostwärts fallender „grauer“ und „grüner Schiefer“, zum Theil mit weissen Mandeln oder auch Adern, die fast wie Kreide aussehen und ein inniges Gemenge mikroskopischer Quarz- und Feldspath-Partikelchen zu sein scheinen. Die Felsart geht an vielen Stellen in talkigen Gneuss über. Im Abstände weniger Schritte bestehen an einer Stelle jene Mandeln noch aus der kreidenähnlichen, matten Substanz, an der nächsten aber, die man anschlägt, sind die Mandeln perlmutterglänzender, krystallinischer Feldspath, mit welchem derber, durchscheinender Quarz verwachsen ist. Ein neuer Absturz führt von den Balma-Hütten über südostwärts fallende „graue Schiefer“ hinab in den Hintergrund des Thales

¹⁸⁾ Studer a. a. O. p. 209.

¹⁹⁾ Derselbe a. a. O. p. 384.

²⁰⁾ Derselbe a. a. O. p. 281.

²¹⁾ Ebendas. p. 209.

von Ollomont. Die schroffen Abstürze des Mont-Combin und Mont-Velan, welche dieses Thal auf der Nordseite kesselartig umschliessen, zeigen keine andere Felsart. Auch die Kupferkiese, welche früher in den, nun zerfallenden, ausgedehnten Hüttengebäuden verschmolzen wurden, waren auf der rechten Thalseite, wie es scheint, „grünem Schiefer“ untergeordnet²²⁾. — In der Gebirgskette dagegen, welche, südlich an den Mont-Gelé sich anschliessend, als linkes Thalgehänge des Ollomont-Thales nach Val-Pellina sich hinabzieht, findet man ein anderes Gestein, einen granitischen Syenit, die Grundmasse von grauer dichter Feldspath-Masse, mit wasserhellem, glasglänzendem Quarze, lichten, grauen Feldspath-Krystallen und schwarzen Hornblende-Krystallen. Im rechten Thalgehänge von Val-Pellina geht dieser Syenit in ein schiefriges Gemenge von Feldspath mit braunem Glimmer und Granaten über, welches adernweise in Granit übergeht und unweit Oyace auch ein Marmor-Lager umschliesst. Diese Gesteine fallen steil gen Nordnordwest ($N_{40}W$). Weiter aufwärts im Val-Pellina, gegen Bionnaz, in einem Engpasse, wo die Thalstrasse auf der Nordwestseite des Thales in den schroffen Gebirgsabhang eingeschnitten ist, treten Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer auf, in welchen einst Kupferkies-Bergbau betrieben wurde, und deren Schichten ebenfalls steil gen Nordwest, aber mehr westwärts ($N_{50}W$) fallen. Diese Gesteine halten an bis hinauf im Bionnaz-Thale nach Prerayen, einer schönen Alp am Ausgange der Combe-d'Oren (Seite 232)²³⁾. In dem Gegensatze des südostwärts gerichteten Schichtenfalles im Ollomont-Thale und des nordwestwärts gerichteten Schichtenfalles im Val-Pellina findet Studer wieder eine unverkennbare Annäherung zur „Fächerstruktur“²⁴⁾.

18. Das Entremont-Thal.

Das Entremont-Thal, welches von Sembranchier sich hinaufzieht zur Passhöhe des St. Bernhard, ist im

²²⁾ Studer: Geologie, I, p. 209.

²³⁾ Derselbe a. a. O. p. 210. 211.

²⁴⁾ Ebendas. p. 211.

Allgemeinen ein isoklinales Längenthal. Auf der Streichungslinie der Schichten eingeschnitten, wird es in seinem linken Gehänge von den Schichtenflächen steil ostnordostwärts geneigter Felstafeln, in seinem rechten Gehänge von den Schichtenköpfen konform geneigter und jenen aufgelagerter Schichtensysteme begleitet. Aber nur in seinem untersten Theile bis Orsières und wieder in dem obersten von St. Petersburg — St. Pierre - Mont-Joux — bis in die Nähe der Passhöhe besitzt es diesen Charakter in der vollen Reinheit. Von Orsières bis St. Petersburg schneidet es die Richtung der Schichten unter einem scharfen Winkel und besitzt daher zugleich etwas von dem Charakter eines Querthales. — Die kolossalen Kalktafeln des Mont-Catogne senken sich von Sembranchier bis Orsières ununterbrochen gegen das Thal herab, immer unter 45° oder auch steiler ost-südostwärts ($S_{65}O$) fallend; gegen Orsières ist das Fallen in Folge der schon oben (Seite 260) erwähnten mantelförmigen Umlagerung des Mont-Catogne südwärts gerichtet²⁵⁾. Die Strasse hat zwischen Sembranchier und Orsières häufig das Gestein dieser Felstafeln aufgeschlossen. Es ist überall der schwarze und graue glimmerige Kalk, welcher mit schwarzen Schiefern wechselt²⁶⁾. Nahe unter Orsières sind dergleichen Schiefer entblösst²⁷⁾.

Bei Orsières gabelt das Thal sich abermals, indem das Ferret-Thal hier ausmündet; doch behält das Entremont-Thal vorherrschend die frühere Richtung bei und folgt in seiner Totalrichtung bis St. Petersburg hinauf genau dem magnetischen Meridiane, $N_{19}W$ — $S_{19}O$ ²⁸⁾. Die Strasse befindet sich bis Liddes stets in glimmerigen, grauen Kalkschiefen, welche unter mindestens 45° ost-südostwärts ($S_{65}O$) fallen²⁹⁾, und deren Streichungsrichtung von der Strasse und dem Thale unter einem Winkel von ungefähr 45° geschnitten wird. Im Kleinen wechselt die Richtung so, dass das Thal eigentlich aus vielen kleinen Längenthälern und Querthälern

²⁵⁾ Ebendas. p. 383.

²⁶⁾ Ebendas. a. a. O.

²⁷⁾ Saussure: Voy. II, p. 475, §. 1023.

²⁸⁾ Derselbe a. a. O. p. 472, §. 1019.

²⁹⁾ Studer a. a. O. p. 383.

zusammengesetzt ist. — Schon eine Viertelmeile oberhalb Orsières findet man harten, ebenschiefrigen oder blättrigen, glimmerigen Kalk, fast vertikal stehend, genau in der Richtung des Thales streichend³⁰⁾. Diese glimmerigen Kalkschiefer nehmen bald an Glimmer so sehr zu, dass das Gestein den Charakter eines Glimmerschiefers erhält. Statt des Kalkes erscheint nun zwischen den Glimmerblättchen auch Quarz, seltener Feldspath³¹⁾. Bei St. Petersburg herrschen dergleichen Quarz-Glimmerschiefer³²⁾. Bei diesem Orte vereinigen sich zwei Bäche, beide Dranse genannt, die Dranse-de-St. Bernard und die Dranse-de-Valsorey. Die letztere kommt von Südosten herab, durch eine tiefe Schlucht, welche von der St. Bernhards-Strasse überschritten wird, aus dem Valsorey oder Val-Orsey, in dessen Hintergrunde sich die vergletscherten Abhänge des Mont-Combin und Mont-Velan verschränken. Steigt man von St. Petersburg hinauf, so kommt man über Felsen von glimmerig-schiefrigem Charakter, welche mit dem Thale von Northwest gen Südost streichen und fast vertikal stehen³³⁾. Diese Schiefer sind von denen des Entremont-Thales nicht durch eine bestimmte Gränze geschieden, verlieren aber den Charakter des Quarz-Glimmerschiefers allmählig und nehmen den gemeiner „grüner Schiefer“ an³⁴⁾. — Der Valsorey-Gletscher, aus welchem die Dranse dieses Thales abfließt, entsteht aus der Vereinigung des vom Combin von Osten herabsteigenden Glacier-de-Tzeudey und des vom Velan von Süden herabkommenden Glacier-de-Valpelline, dessen Name vielleicht auf einen ehemaligen Pass nach Val-Pellina hindeutet. Beide Gletscher vereinigen sich vor dem Mont-noir, einem Ausläufer des Velan. Vor diesem Mont-noir sammelt sich, durch die Vereinigung der beiden Gletscher abgesperrt, das Wasser und bildet den „Wasserschlund“ oder den See von Valsorey: „Gouille, oder Goille à Vassu“ genannt (2510 M. ü. M.). Dieser See hat

³⁰⁾ Saussure a. a. O. p. 473, §. 1022.

³¹⁾ Studer a. a. O. p. 205.

³²⁾ Saussure a. a. O. p. 461, §. 1006.

³³⁾ Derselbe a. a. O. p. 465, §. 1011.

³⁴⁾ Studer a. a. O. p. 205. — Geologische Karte.

13300 □ Toisen Oberfläche und 84000 Kubik-Toisen Inhalt. Im Sommer fliesst sein Wasser vollständig unter dem Valsorey-Gletscher ab. Aber im Herbst friert sein Abfluss zu und nun füllt er sich. Bemerkenswerther Weise friert er im Winter zwar oberflächlich zu, verwandelt sich aber keineswegs durch und durch in Eis, wodurch er unschädlich werden würde. Saussure war daher der Meinung, dass der Mont-noir das Wasser wärme. Im Anfange des Juni pflegt das den Abzug hindernde Eis zu schmelzen oder es entstehen durch die Wärme im Eise Spalten, welche dann schnell erweitert werden, da das Wasser von einer Säule von 110 bis 120 Fuss gedrückt wird und somit rasch eindringt und ausströmt. So bricht dann der See binnen wenigen Stunden aus und richtet Verwüstungen an bis hinab zum Rhodan. In manchen Jahren geht der Abfluss durch besondere günstige Umstände langsamer von Statten. So fand ihn Saussure im Jahre 1774 leer; er war binnen drei Tagen schadlos abgelaufen ³⁵⁾. —

Die Berge, von welchen Blöcke auf den Valsorey-Gletscher gelangen, bestehen aus Kalkstein, grossentheils durch Kalkspath-Adern völlig in Kalkbresche umgewandelt, und aus serpentinartigen Topfsteinen von grüner Farbe. Einige dieser Berge sind von dieser Felsart ganz grün. Diese Topfsteine sind theilweise mit späthigem Kalke lagenweise verwachsen, grossentheils voll von Asbest, durch und durch von solchem faserig ³⁶⁾. Aus „grünen“ und „grauen Schieferen“ mit Marmor-Lagern scheinen Mont-Combain und Mont-Velan auch gegen das Bagnes-Thal und gegen Val-Pellina zu bestehen ³⁷⁾. Ein blättrig-schiefriges Gestein, welches Murrieth, der Bernhardiner, Saussure's Freund, auf dem Velan fand, den er vom St. Bernhard aus besuchte, enthält Quarz-Knauer ³⁸⁾.

Von St. Petersburg aufwärts folgt die Strasse wieder dem Streichen der Quarz-Glimmerschiefer-Felsen, welche meist nahezu vertikal stehen. Etwa eine Viertelstunde

³⁵⁾ Saussure: Voy. II, p. 466, §. 1013.

³⁶⁾ Derselbe a. a. O. p. 465, §. 1012. p. 469, §. 1014.

³⁷⁾ Studer: Geologie, I, p. 208. 209.

³⁸⁾ Saussure a. a. O. p. 474, §. 1022.

unterhalb der Todtenkapelle erscheint ein braun- und weissgestreiftes Gestein, welches aus weissem, zerbrechlichem Quarze besteht, mit welchem Lagen braunen Glimmers abwechseln³⁹⁾. In der Nähe von Pont-Nudri schliesst der Glimmerschiefer Nieren von Quarz ein, von 6 bis 8 Zoll im Durchmesser und von schwarzer Färbung, und in diesen Quarz-Nieren liegen Andalusit-Krystalle, welche von talkigem Glimmer umhüllt erscheinen. Auch in dem Glimmerschiefer selbst finden sich hin und wieder solche Krystalle⁴⁰⁾. — Über den ganzen St. Bernhards-Pass herrschen jene quarzigen Glimmerschiefer. Der Mont-Mort, östlich vom Kloster gelegen, besteht aus zartem Glimmerschiefer mit Quarz, welcher dicke, rothe Granate umschliesst⁴¹⁾. Nordwestlich vom Kloster, am Pain-de-Sucré, herrscht Kalk, theilweise rein und sehr feinkörnig, doch von weissen Adern von Quarz durchzogen, theilweise mit Quarzkörnern erfüllt und reich an Glimmer⁴²⁾. Dieser Kalk streicht auch am See des St. Bernhard durch⁴³⁾. Das herrschende Streichen der Schichten ist von Nordost gen Südwest gerichtet, und die Schichten fallen sehr steil, fast vertikal, gegen Südost. Zwischen solchen Schichten steigt man jenseits des Passes abwärts bis nach St. Remy im Thale des Buttier. Das Gestein ist schiefrig, aber zwischen den Schiefermassen treten auch Lager von, äusserlich braunrother, Rauchwacke und von weissem Gypse auf⁴⁴⁾. Das ganze Gebirge lehnt sich an eine Reihe hoher, schneebelasteter, pyramidaler Tafeln, welche sämmtlich mit schroffen Abstürzen gegen Nordwest über dem Ferret-Thale ausgehen⁴⁵⁾. Erst beträchtlich weiter unterhalb St. Remy im Buttier-Thale abwärts, bei La-Cluse, ändert sich die Schichtenstellung und es fallen die „grauen“ und „grünen Schiefer“ gegen Südwest, so-

³⁹⁾ Saussure a. a. O. p. 462, §. 1007.

⁴⁰⁾ Ebel: Msc. Reisenotizen. — Studer: Geologie, I, p. 205.

⁴¹⁾ Saussure a. a. O. p. 459, §. 1003.

⁴²⁾ Derselbe a. a. O. p. 456, §. 998.

⁴³⁾ Studer a. a. O. p. 384.

⁴⁴⁾ Saussure a. a. O. p. 430. 431, §. 985.

⁴⁵⁾ Derselbe a. a. O.

wie vollends im Thale des Buttier von Val-Pellina gegen Nordwest.

19. Das Ferret-Thal.

Das Ferret-Thal ist seiner ganzen Erstreckung nach ein Längenthal und zwar ein isoklinales. Von Orsières wendet es sich zuerst gegen Westsüdwest, wie die Kalktafeln des Mont-Catogne, welche hier fast südsüdostwärts fallen ⁴⁶⁾. Von Issert dagegen wird die Richtung des Tha-les eine südsüdwestliche und ebenso streichen die Schichten des körnigen Kalkes oder talkigen Schiefers, welche steil gegen Ostsüdost fallen, grossentheils auch völlig vertikal stehen und gegen Westen sich an die krystallinischen Silikatgesteine anschliessen, welche vom westlichen Theile des Mont-Catogne gegen Südsüdwest fortstreichen und sich an die Protogyngneusse der Montblanc-Kette anlehnen und andrängen ⁴⁷⁾. Stets läuft das Thal zwischen Schichtenflächen auf der westlichen und Schichtenköpfen auf der östlichen Seite. Schon oberhalb Issert und Praz-de-Fort treten am Gehänge der letzteren Seite beträchtliche Gyps-Massen auf ⁴⁸⁾. Der Gyps erscheint überhaupt im Fortstreichen des Gebirgssystems an vielen Punkten durch das ganze Ferret-Thal im Kanton Wallis und nicht minder jenseit des Col-de-Ferret im Piemontesischen Ferret-Thale ⁴⁹⁾, welches von dem Wallisischen wohl durch eine Wasserscheide und eine Verschiebung, nicht aber durch einen Wechsel der geotektonischen Verhältnisse getrennt ist.

Die Protogyn-Schichten der Pointe-d'Orny ⁵⁰⁾,

⁴⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 171. 384.

⁴⁷⁾ Derselbe a. a. O. p. 171. — Auch: Lehrb. der phys. Geographie, II, p. 166. 167.

⁴⁸⁾ Studer: Geologische Karte.

⁴⁹⁾ Derselbe: Lehrb. d. phys. Geogr. II, p. 170. 171.

⁵⁰⁾ Die Pointe-d'Orny oder d'Ornex ist der Ursprungsort der Protogyn-Blöcke, welche man im Dranse-Thale schon unterhalb Orsières bemerkt. Dergleichen Blöcke liegen auch in Menge auf der Alp Plan-y-beu (Plan des boeufs), welche, der Pointe-d'Orny gegenüber, auf dem rechten Gehänge des Ferret-Thales liegt — ein Verhältniss, welches Saussure sehr interessirte und ihm als ein Beweis galt, dass das Thal einst nicht existirte und erst bei dem hypothetischen Ereignisse gebildet wurde, welches

westlich von Branche, stehen schon nicht mehr senkrecht, sondern sind bereits gegen Westnordwest (N₅₀W) geneigt; sie gehören bereits einem neuen geotektonischen Reviere an, der eng zusammengedrückten Mulde der Montblanc-Kette, welche hart über dem Ferret-Thale sich erhebt und in der Richtung desselben streicht. Aber die Schiefer und Kalksteine des Ferret-Thales nehmen an jener Schichtenstellung keinen Antheil, sondern fallen noch durchaus der Walliser-Mulde zu⁵¹⁾.

Zwischen Prà-Jone und La-Folie befindet sich ein verlassener Stollen, in welchem früher auf Eisenerz gebaut wurde. — Im unteren Theile der Alpenweiden von Bondarei entspringen zwei Mineralquellen, von denen die eine als Schwefelwasser, die andere als Eisenwasser bezeichnet wird⁵²⁾.

Das ganze Ferret-Thal ist höchst einförmig. Grauer, körniger Kalkstein, der gegen die Passhöhe nackte, rundlich abgewaschene oder abgeschliffene Felsen und auch wohl Karren bildet, ist verbunden mit Kalkbreschen, welche nebst grauen und schwarzen Kalkfragmenten auch hellbraune Fragmente von „Thon“ oder erdigem, verwittertem Dolomite umschliessen. — Von den drei Jochen, die unter der Benennung Col-de-Ferret die beiden Ferret-Thäler verbinden, liegt der Grapillon dem Gneuss-Gebirge der Montblanc-Kette am Nächsten. Von Bondarei schon wird man von schwarzen Anthrazit-Schiefen begleitet, aus welchen hin und wieder Einlagerungen von braunem, mit weissem Milchquarze verwachsenem Dolomite hervortreten. Diese Gesteine lassen sich bis auf den Pass verfolgen. Mit steilem Fallen gegen Südosten lehnt sich auf diesem an den Protogyn ein Lager dickschiefrigen Feldspathschiefers — „Eurites“ —; diesem folgt Dolomit, auf diesen körniger Kalkstein und nun der schwarze Anthrazit-Schiefer mit seinen Dolomiten. Beinahe überall jedoch ist der

dieser Forscher als la grande débacle zu bezeichnen pflegte und in dessen Traumbild er alle die Effekte verwob, die wir durch die millennäre Wirkung der gewöhnlichen Intensität der uns bekannten, alltäglichen Agentien und Prozesse zu erklären suchen. — Saussure: Voy. II, p. 474, §. 1022.

⁵¹⁾ Studer: Geologie, I, p. 171.

⁵²⁾ Derselbe a. a. O. p. 175.

Boden durch Weide oder auch durch Schneelager verdeckt, und der Schiefer zeigt sich nur in Erdrutschen und Runsen⁵³⁾.

Übersteigt man die Passhöhe, so findet man im Piemontesischen Ferret-Thale die Lagerungsverhältnisse etwas verschoben. Dieses Thal ist nicht isoklinal, wie das Wallisische, sondern antiklinal, indem es auf dem Sattel zwischen der Montblanc-Mulde und dem südostwärts geneigten Schichtensysteme eingeschnitten ist, welches uns aus dem Wallis herüber begleitet und in dessen Schichtenneigung das Wallisische Ferret-Thal isoklinal eingeschnitten war. Hier, im Piemontesischen Ferret-Thale, fallen die Schichten auf der rechten, westlichen Seite, wie sie schon auf der Pointe-d'Orny sich zeigten, aber flacher, als dort, gegen Westnordwesten, auf der linken, östlichen Seite gegen Ostsudost. Auf der rechten Seite sind es die krystallinischen Silikat-Gesteine, auf der linken die Kalk- und Schiefer-Massen. Allein die Kalk-Schichten sind auf der rechten Seite nur verborgen unter den Silikat-Gesteinen, unter welchen sie einschiessen. Erst am Fusse der Grande-Jorasse sieht man sie auf dem Wege vom Grapillon-Passe hinab an der Dora-Baltea auch auf der rechten Seite. Sie nehmen hier vollkommen an der antiklinalen Stellung Theil, indem sie — schwarze Schiefer und Kalksteine — unter 50° in den tieferen, unter 38° in den höheren Schichten, wie z. B. am Brenva-Gletscher⁵⁴⁾, nordwestwärts einschiessen unter die konform auf ihnen lagernden krystallinischen Silikat-Gesteine⁵⁵⁾. An der östlichen Thalseite fehlen die krystallinischen Silikat-Gesteine über den Kalk-Massen; das System dieser letzteren ist um so mächtiger. Allein an der Croix-de-la-Bernada, der nordöstlichen Fortsetzung der Montagne-de-la-Saxe, erscheint zwischen den Kalkschichten in regelmässigster Lagerung eine Schicht, welche Forbes als Granit bezeichnet, und dasselbe Verhältniss herrscht

⁵³⁾ Ebendas. p. 383.

⁵⁴⁾ Forbes: Travels through the Alps of Savoy and Piedmont, p. 209. — Studer: Geologie, I, p. 171.

⁵⁵⁾ Studer: Lehrb. d. phys. Geogr. II, p. 166. 167. — Forbes a. a. O. p. 209. 210.

in grosser Ausdehnung im weiteren Fortstreichen desselben Gebirgszuges gegen Südwest im Mont-de-la-Saxe und Mont-Chetif und, zwischen beiden, bei den Bädern von La-Saxe, woselbst im Kalksysteme Gesteine auftreten, welche Forbes ebenfalls als Granit, Studer genauer theils als Feldspathischiefer, theils als quarzreiche, talkige Porphyrschiefer, Talkschiefer und gneussähnliche Quarzite bezeichnet. Letzterer vergleicht diese Gesteine theilweise mit denjenigen des Hügels von La-Bathia bei Martinach. In den schwarzen Schiefern und Kalksteinen, welche unter den Porphyrschiefer und gneussähnlichen Quarzit der Croix-de-la-Bernada einschliessen, fand Studer selber oberhalb der Alphütten Le-Leuchet Belemniten⁵⁶⁾. In dem Kalkgebirge, welches über dem Feldspathischiefer und dessen Begleitern lagert, tritt am Mont-de-la-Saxe Gyps auf, welcher überhaupt im Piemontesischen Ferret-Thale nicht minder verbreitet ist, als im Wallisischen.

Wir sind bereits weit über die Gränze des Wallis hinausgeschritten, um mit der Übersicht der zuletzt erwähnten interessanten Verhältnisse zu schliessen, die sehr geeignet sind, die Verhältnisse, welche wir in der Walliser Mulde an so vielen Punkten zu beobachten Gelegenheit hatten, vollends zu beleuchten und die einfache Deutung derselben zu unterstützen, welche, wie es nicht selten in der Wissenschaft den einfachsten Wegen ergangen, lange übersehen geblieben ist und sich nun gegenüber unnatürlichen und mit dem blenden Nimbus der Unverständlichkeit geschmückten Theorien ihr natürliches Recht erkämpfen möge.

⁵⁶⁾ Studer: Geologie, I, p. 173. 174. 383.

Schluss.

Auf die Thatsache, dass es bestimmte habituelle sismische Stossgebiete gebe, gründete sich die in der „Einkleitung“ ausgesprochene Hoffnung, einen weiteren Aufschluss über die Entstehung und das Wesen der Erdbeben durch die bisher vernachlässigte Untersuchung der Natur und besonders der eigenthümlichen Bodenverhältnisse jener Gebiete zu erlangen. Hier am Schlusse muss diese Hoffnung sich rechtfertigen durch die Beantwortung der Frage, ob sich uns auf unserer Wanderung durch die beiden ausgezeichneten geotektonischen Bezirke, welche wir betrachtet haben, Verhältnisse darbieten, welche auf irgend eine Weise Bewegungen des Erdbodens, Erschütterungen des, für unsere gewöhnlichen Vorstellungen als das Vorbild aller Unerschütterlichkeit geltenden, Felsgebäudes mächtiger Gebirge zu veranlassen fähig sind.

Erinnern wir uns zunächst der Streckung, welche die Schichten nach ihrer ursprünglichen Ablagerung erlitten haben und deren Beweise uns überall, hier in der Faltung der ganzen Schichtenreihen im Grossen, dort in der Fältelung der einzelnen Schichten im kleinen und kleinsten Massstabe, dort endlich in der Verzerrung der Petrefakte, insbesondere in der Zerstückelung und Auseinanderzerrung der Belemniten, wie an anderen Punkten durch die ganz ähnliche und analoge Zerstückelung und Auseinanderzerrung der stabförmigen Krystalle des Turmalins, des Strahlsteins, entgentreten. Diese Streckung der Schichten selbst erkannten wir als die Ursache der Gebirgserhebungen, in welchen jene Faltungen sich darstellen. Ohne Bewegungen konnten diese Erhebungen nicht vor sich

gehen. Nichts aber berechtigt uns zu der Annahme, dass diese Streckung der Schichten und ihre Folge, die Faltung im Grossen und die Fältelung im Kleinen, bloß während einer bestimmten, kurzen, vorübergehenden Periode stattgefunden habe; vielmehr dauern die Vorgänge, welche jene Erscheinungen hervorrufen müssen, nachweislich und nothwendig durch alle Zeiten hindurch fort und kann das Streben und Drängen in den Schichten nur mit der Zerstörung der Schichten selbst endigen, einem Ende, zu welchem dieses Streben und Drängen eben durch die Faltung, die Emporhebung und die dadurch heraufbeschworene Thätigkeit aller jener zerstörenden Einflüsse, welche das Gebirge äusserlich zerreißen und zertrümmern und in Schutt verwandeln und zugleich innerlich zernagen und auszehren, mit unausbleiblicher Gewissheit hinführt. Diese Bewegungen können mit unwahrnehmbarer, äusserst langsamer Stetigkeit und ungestörter Gleichmässigkeit vor sich gehen; doch ist diese Art und Weise des Vorganges von vornherein kaum wahrscheinlich. Unendlich viel häufiger muss die ursprüngliche Ungleichmässigkeit der Beschaffenheit sowohl, wie der Lagerungsverhältnisse der Schichten Ungleichmässigkeiten in der Bewegung hervorrufen, theils in dem Sinne, dass erst nach der Erreichung eines hohen Grades innerer Spannung durch einen plötzlichen Ruck und Stoss das der Streckung entsprechende Verhältniss sich herstellt, theils aber auch in dem Sinne, dass die einzelnen Schichtenreihen, ja selbst einzelne Schichten sich auf- und aneinander verschieben, eine Ursache der gleitenden und reibenden Bewegung, deren Wirkung sich in den gekritzten und geglätteten Schichtenflächen und sonstigen „Rutschflächen“ so vielfach nachweisen lässt.

Die Streckung der Gebirgsschichten geschieht unter dem Einflusse der unaufhörlich durch die überlagernden Gebirgsmassen hinabdringenden Feuchtigkeit, welche die mannigfaltigsten chemischen Umsetzungen veranlasst. In der Nähe der Oberfläche macht die Kohlensäure ihre durch niedere Temperatur unterstützte Wirksamkeit geltend und saure kohlensaure Salze werden neben freier Kieselsäure in die tieferen Gebirgsschichten eingeführt, bis dass sie auf ihrem Wege durch immer neue Karbonatbildung ihres lösenden Säureüberschusses

beraubt werden. Nach Erschöpfung der freien Kohlensäure und unterstützt von Temperaturverhältnissen, welche die Verbindungsfähigkeit der Kohlensäure mit ihrer Dichtigkeit vermindern, treibt das Wasser selbst, durch seine Massenwirkung die Kraft der chemischen Affinität ergänzend⁵⁷⁾, die Kohlensäure von Neuem aus und vermittelt so den Zutritt der Kieselsäure zu den Basen der Karbonate, welche auf diesem Wege wiederum zu Silikatbildungen verwandt werden, während andere Silikate, wie die Feldspathe, durch den Zusammentritt und die dreifache Wechselzersetzung der Kieselsäure mit dem gemeinsten Karbonate, dem Kalke, einerseits, dem Hydrate der Thonerde und schwefelsauren Salzen der Alkalien (den Zersetzungsprodukten in kalkhaltige Schichten infiltrirter Alaune u. s. w.) andererseits, entstehen, durch einen Prozess, bei welchem die Kalkerde selber als Gyps mit dem lösenden Wasser die Stätte räumt. Die Entführung aller Karbonate aus den Schichten der Tiefe, verbunden mit dem Entweichen der freien Kohlensäure, ruft nothwendig eine fortwährende Abzehrung der inneren Schichten hervor, welcher das Wachsthum der neu erzeugten Krystalle in der Richtung der Dicke der Schichten nicht das Gleichgewicht zu halten vermag, während es in den Richtungen der Längen- und Breitenausdehnung dieselbe überbietet. Eine Folge dieses Verhältnisses ist die immer auffallendere und zunehmende Verminderung der durchschnittlichen Dicke der Schichten, deren Wahrnehmung in ihrer Allgemeinheit, und zunächst unmittelbar auf die Altersreihenfolge der geognostischen „Formationen“ bezogen, den älteren, tieferen, in der Umbildung vollendeteren Schichtenlagen die auszeichnende Benennung der „Schiefergebirge“ (Übergangsschiefergebirge, Grundschiefergebirge oder Urschiefergebirge) zugezogen hat. Diese zunehmende Verminderung der Dicke der Schichten — welche als eine durchschnittliche Regel wohl nicht von Jemandem bestritten werden möchte und deren Geltung durch die von besonderen Verhältnissen abhängigen Ausnahmen, ja entgegengesetzten Erscheinungen nicht beeinträchtigt werden kann — muss ihrerseits zu einem relativen Zusammenrücken, zu

⁵⁷⁾ Vergleiche Volger: Entwicklungsgeschichte der Mineralien der Talkglimmerfamilie und ihrer Verwandten u. s. w. p. 218. 219 u. a. O.

einer Niedersetzung der innerhalb einer Muldenfalte lagernden Gebirgsmasse führen. Es ist, angesichts der ununterbrochenen Lieferung an gelösten Bestandtheilen der Gebirgsmassen, welche von den Quellen aus den verschiedensten Tiefen des Bodens gefördert werden, kein Zweifel an der Fortdauer dieser Bewegungsursache und somit auch an der wirklichen Statthaftigkeit der aus derselben hervorgehenden Bewegungen zulässig.

Das auf die Gebirge von Wallis niederfallende Wasser der Hydrometeore führt dem Boden keinen festen Stoff zu. Dagegen ist das Wasser, welches in letzter Vereinigung durch den Rhodan unterhalb Martinach jahraus jahrein aus dem Lande hinausgeführt wird, an aufgelösten Mineralstoffen sehr reich. Es ergiebt sich hieraus ein Beweis einer fortwährenden Abzehrung des Gebirges, sowohl von den äusseren, als auch von den inneren Flächen. Mag auch das Drängen des Wachstums in den Schichten und zumal in den tieferen Massen des Gebirges noch so gross sein und mögen dadurch die Falten der Gebirgsschichten auch allmählig immer steiler, immer zusammengedrängter und mögen auch immer tiefere Schichten in den aufgerissenen Faltungssätteln hervorgepresst werden, die äussere und innere Abzehrung ruft mit Nothwendigkeit zugleich ein fortwährendes Zusammensinken und eine Verminderung der Gesamtmasse des Gebirges hervor, in Folge deren endlich die Hervorragungen verebnet werden müssen und das Gebirge in einen ähnlichen Zustand gelangen wird, wie der Taunus, das Rheinische Schiefergebirge, das Gebirge zwischen Böhmen, Mähren und Österreich und andere aus sehr tief und eng gefalteten, mehr oder weniger metamorphischen Gesteinsschichten bestehende Gebirge mit geringen, flach verrundeten Höhen — Gebirge, in welchen wir wohl die geschleiften Fundamente ehemaliger Hochgebirge, der Alpen früherer Perioden des Erdkörpers zu erkennen haben.

In Betreff der Abzehrung der Schichten im Innern der Gebirgsmassen wird man leicht zu dem Schlusse kommen, dass die durch dieselbe veranlasste sich niedersetzende Bewegung der Massen langsam, stetig und unmerklich vor sich gehen kann, wo die angegriffenen Massen aus schwerer und leichter löslichen Stoffen in einigermaßen gleichmässigem Gemenge bestehen, dass sie dagegen unterbrochener und in plötzlichen

Absätzen geschehen kann, wo das massigere Vorkommen reinerer Lagen leicht löslicher Stoffe in den Erstreckungen der lebhaftesten unterirdischen Wasserzüge die Aushöhlung mehr oder weniger weiter Räume, die Unternagung lang und breit erstreckter Gebirgsstücke gestattet. Die mächtigen überlagernden Massen tragen sich bis zu einem gewissen Grade gegenseitig durch den Seitendruck. Überschreitet aber die Unternagung eine gewisse Ausdehnung, welche nach der Mächtigkeit und Struktur der überlagernden Massen sehr verschieden sein kann, so muss ein plötzliches, stossweises Niedersetzen, ein, je nach dem Volumen des sich setzenden Gebirgsstückes schwächerer oder kräftigerer Ruck herbeigeführt werden. Der heftige Stoss, welchen eine meilenhohe und meilenweite Gebirgsmasse bei der geringsten derartigen Bewegung auf die tieferen, die Grundlage der Unternagung bildenden Massen ausüben muss, wird von dem Stosspunkte aus ein mehr oder minder hochwogendes Wellensystem erzeugen, welches nun auskreisend, und mit den mannigfaltigsten Ungleichmässigkeiten des Widerstandes in den, aus den verschiedensten Gesteinen bestehenden, in den verschiedensten Lagerungsverhältnissen befindlichen Gebirgsmassen kämpfend, mehr oder minder weit hinaus in fühlbarer Weise sich zu verbreiten vermag.

Die löslichsten aller Stoffe, welche als regelmässige Lager im Schichtenbau der Erde aufzutreten pflegen, sind das Steinsalz und der Gyps. Spuren des ersteren lernten wir in Wallis an verschiedenen Punkten kennen; doch scheint fast überall, soweit die Quellszüge reichen, der Vorrath durch die Auslaugung bereits erschöpft zu sein, wenigstens fördern nirgend die Quellen reichere Massen dieses wichtigen Stoffes. Bohrungen an geeigneten Stellen würden jedoch immerhin in diesem Lande mit wohl begründeten Hoffnungen zu unternehmen sein. Für die Betrachtung, auf welche hier unser Auge gerichtet ist, haben die Gypsmassen eine grössere Bedeutung. Das Auftreten eines ansehnlichen, entweder vollständig aus Gypslagen bestehenden oder im Wechsel mit anderen genetisch verwandten Gesteinen eine mehrfache Wiederholung von Gypslagen darbietenden Schichtensystems haben wir insbesondere durch die ganze Erstreckung der Walliser Mulde verfolgt. Die ganzen Hochgebirge vom Rhodan-

Thale bis zu den Höhen des Piemontesischen Gebirgswalles ruhen in einer Mulde, deren Unterlage aus Gyps besteht, und während diese Gypsmassen im Grunde oder an der linken Thalwand des Rhodan-Thales zu Tage treten und ebenso am Piemontesischen Gränzwalle, wo sie freilich meistens durch das „ewige“ Eis der Gletscher verborgen sind, stellenweise zum Vorscheine kommen, liegen sie in der Mitte der Mulde eine, vielleicht zwei Meilen tief unter dem Grunde der tiefsten Thäler, während sich die höchsten Gipfel noch fast eine halbe Meile über diesen Thalgründen erheben.

Die gypshaltigen Thermen, wie der Rothbach zu Saasim-Grund, die Quellen des Brieger-Bades, die Quellen von Leuk und andere bekannte und vielleicht noch unbekannte, beziehen ihren Gypsgehalt aus jenen Gypslagen, in deren Mulde das ganze innere Walliser Gebirge ruht. Genaue Untersuchungen der Wasser dieser Quellen und ihrer Ausgiebigkeit sind leider nicht vorhanden. Nur von einer Quelle, der Lorenz-Quelle zu Leuker-Bad, der reichsten zwar unter den Quellen des Dala-Thales, mit welcher aber mindestens zwanzig andere schwächere gemeinsam an Wasserspende wetteifern, liegen sorgfältigere Untersuchungen vor. Diese Quelle liefert in jeder Sekunde 29 Pfund Wasser und fördert im Laufe eines Jahres nicht weniger als acht Millionen Pfund Gyps aus der Tiefe, eine Masse, welche, als dichter Gypsfels berechnet, etwa 60000 Kubikfuss beträgt. Eine solche Lieferung verlangt eine Abtragung an den Gypsschichten im Innern der Mulde, in Folge deren eine Schicht von einer Quadratmeile Fläche um $\frac{1}{4}$ Linie dünner werden würde. Diese eine Hauptquelle des Leuker-Bades würde also im Laufe eines Jahrhunderts eine Quadratmeile des Walliser Gebirges mit einem Hohlraume unternagen, welcher $\frac{1}{4}$ Fuss Höhe haben würde. Man schätzt aus diesen Berechnungen leicht wenigstens so viel, dass die Gesamtwirkung aller Thermalzüge, welche aus der Walliser-Mulde ihr Wasser beziehen, eine sehr wichtige sein muss!

Es ergibt sich also, dass Wallis und ganz besonders die Gebirgsmulde von Mittelwallis allerdings reich ist an Verhältnissen, deren unausweichliche Folge Bewegungen und Erschütterungen des Erdbodens sein müssen.

Es wird nunmehr zur weiteren Aufklärung über das Phänomen der Erdbeben und der ihnen verwandten Ereignisse von besonderem Interesse sein, ein im Schoosse dieses Gebietes erzeugtes Erdbeben in seiner Erscheinungs- und Wirkungsweise möglichst gründlich zu erforschen, um zu prüfen, ob und inwiefern die aus obigen Verhältnissen hervorgehenden Bewegungen mit den bei diesem Erdbeben wirklich eingetretenen Bewegungen übereinstimmen. Die Erdbeben des Jahres 1855 werden uns zu dieser Prüfung eine günstige Gelegenheit gewähren.

Hier möge nur zum Schlusse noch darauf hingewiesen sein, dass die wichtigsten habituellen sismischen Stossgebiete der Schweiz mit demjenigen von Wallis durch zwei Verhältnisse vergleichbar sind. Bei allen nämlich herrscht einestheils eine muldenförmige Lagerung, meistens sehr tiefe Faltung der Gebirgsschichten, und zudem zeigt schon die geologische Karte der Schweiz in den meisten dieser Gebiete Gypslager an, deren grösste Ausdehnung sich freilich unter der Überlagerung anderer Gesteinsschichten verbirgt. Auch wies schon Ebel auf einen Zusammenhang der Häufigkeit der Erderschütterungen in gewissen Gegenden mit den in denselben Gegenden vorhandenen Gypslagern und gypshaltigen Quellen („Schwefelquellen“) hin, wenn auch dieser Forscher sich über den angedeuteten Zusammenhang eine überlebten Ansichten entsprechende, an ungewöhnliche, ausserordentliche Wirkungen sich anlehrende Vorstellung machte, ähnlicher Art, wie solche noch jetzt so grossentheils unheimlich und gespenstisch im halb erst erleuchteten Hause der Wissenschaft spuken und wie solche unentbehrlich waren für die Geologie der „Revolutionen“, welche nun mehr und mehr verscheucht wird durch die mit der Physik und Chemie befreundete und mit der Mineralogie innigst verbrüdete Geologie der Evolutionen, die Entwicklungsgeschichte und Physiologie des Erdballs!



I n h a l t.

	Seite
Einleitung	5
Allgemeine Grundzüge	9
I. Oberwallis oder das Thal von Gombs nebst dem Urseren- Thale	15
A. Die Grimsel-Mulde	21
B. Die Gotthards-Mulde	46
II. Mittelwallis oder die Walliser-Mulde	77
1. Grundzüge	77
2. Die Gegend von Möril bis Naters	90
3. Profil vom Bietschhorne über den Simplon und Zwischbergen bis Antrona	95
4. Der Abhang der Berner-Alpen von Naters bis Leuk	103
5. Das Gebirge zwischen dem Simplon und der Saas-Visp, vom Rhodan-Thale bis zum Val-Sesia-Piccola	113
6. Der Saas-Grat und Monte-Rosa	130
7. Das Gebirge westlich von der Gorner-Visp, von Visp bis über das Matter-Joch	152
8. Das Gebirge von Visp bis Turtman, das Bürchen-, Ginanz- und Turtman-Thal	166
9. Die Berner-Alpen von Leuk bis St. Leonhard; die Dala- Schlucht; der Rhodan-Grund	170
10. Das Gebirge von Turtman bis Chippis. Profil durch das Einfisch-Thal über den Col-d'Erin bis in's Val-Tournanche	185
11. Das Gebirge westlich vom Einfisch-Thale	208
12. Der Abhang der Berner-Alpen vom Rawyl-Passe bis zum Grand-Moeuveran. Die Hügel von Sitten	214
13. Die Gebirge des Borgne-Thales und seiner Verzweigungen	222
14. Das Gebirge zwischen dem Borgne- und Prinze-Thale und im Fava-Thale	236
15. Das rechte Gehänge des Rhodan-Thales von der Dent-de- Morcles bis Saillon und Foully. Das Rhodan-Thal von Riddes bis Miéville	241
16. Das linke Gehänge des Rhodan-Thales von Saxon bis Mar- tinach; das Dranse-Thal von Martinach bis Sembranchier	251
17. Das Bagnes-Thal; Val-Ollomont; Val-Pellina	260
18. Das Entremont-Thal	266
19. Das Ferret-Thal	271
Schluss	275

Inhalt.

Einleitung	5
Allgemeine Grundsätze	9
I. Oberwallis ober das Thal von Goms ober dem Urter-	
Thale	15
A. Die Grimsel-Mühle	21
B. Die Goms-Mühle	46
II. Mittelwallis ober die Rhodan-Mühle	77
1. Grundsätze	77
2. Die Gegend von Môtier die Natur	90
3. Profil vom Hietzbühl über den Sion und Nivisbergen	95
4. Der Abhang der Berner-Alpen von Natur die Land	108
5. Das Gebirge zwischen dem Sion und der Saas-Flug, vom	
Rhodan-Thale bis zum Val-Sesia-Piccola	118
6. Der Saas-Flug und Monte-Rosa	130
7. Das Gebirge westlich von der Goms-Flug, von der über	
das Matter-Joch	152
8. Das Gebirge von Vevay bis Turman, das Rhodan-Flug	
und Turman-Thal	166
9. Die Berner-Alpen von Land bis St. Leonhard; die Natur	
des Gebirges; der Rhodan-Grund	170
10. Das Gebirge von Turman bis Gippis. Profil durch das	
Kinisch-Thal über den Col-d'Eirin bis ins Val-Tennessen	186
11. Das Gebirge westlich vom Kinisch-Thale	208
12. Der Abhang der Berner-Alpen vom Ranz-Fass bis zum	
Grund-Moerren. Die Hügel von Ranz	214
13. Die Gebirge des Borgne-Thales und seiner Verzweigungen	222
14. Das Gebirge zwischen dem Borgne- und Ranz-Thale und	
der Ranz-Thale	236
15. Das rechte Gebirge des Rhodan-Thales von der Dent-de-	
Morcles bis Follon und Follon. Das Rhodan-Thal von	
Reiden bis Follon	241
16. Das rechte Gebirge des Rhodan-Thales von Saxon bis Mar-	
tinach; das Gebirge Thal von Martinach bis Sionnach	254
17. Das Gebirge zwischen Val-Ollon und Val-Follon	260
18. Das Entremont-Thal	266
19. Das Fernet-Thal	271
Schluss	275

Druck der Engelhard - Reyher'schen Hofbuchdruckerei in Gotha.

Volger, Georg Heinrich Otto,

Untersuchungen über das Phänomen der Erdbeben in der Schweiz seine
Geschichte, seine Äußerungsweise, seinen Zusammenhang

Bd.: 2

Gotha 1857

Phys.sp. 695 kf-2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134965-0